WaSSI – Un Modelo de los Servicios Ecosistémicos

Version 2.1

Guía de Usuario

v1.1

Final: Septiembre, 2013

Autores

Peter Caldwell, Ge Sun, Steve McNulty, Jennifer Moore Myers, Erika Cohen, Robert Herring, Erik Martinez

Peter Caldwell, Investigador de Hidrología, **Ge Sun**, Investigador de Hidrología, **Steve McNulty**, Ecologista Principal, **Jennifer Moore Myers**, Especialista en Recursos de Información, **Erika Cohen**, Especialista en Recursos de Información, y **Robert Herring**, Especialista en Tecnología, **Erik Martinez**, Practicante de HACU, USDA Forest Service, Southern Research Station, Eastern Forest Environmental Threat Assessment Center, 920 Main Campus Drive, Suite 300, Raleigh, NC 27606.

Contactos

Por favor dirija cualquier pregunta relacionada con WaSSI o este Guía de Usuario a Ge Sun (gesun@fs.fed.us) o Peter Caldwell (pcaldwell02@fs.fed.us).

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) prohíbe la discriminación en todos sus programas y actividades sobre la base de raza, color, origen nacional, sexo, religión, edad, discapacidad, orientación sexual, estado civil, estado familiar, estado paternal o maternal (en educación y programas de entrenamiento y actividades), porque todo o parte de los ingresos de un individuo son derivados de cualquier programa de asistencia pública, o represalias. (No todas las prohibiciones se aplican a todos los programas o actividades.)

Si esta información es necesaria en otro tipo de formato (por ejemplo, Braille, letra grande o cintas de audio), por favor llame al Target Center del Departamento de Agricultura de los EE.UU. al 202-720-2600(Voz o TDD).

Si información sobre este programa, actividad o empresa es necesaria en otro idioma además de inglés o español, por favor llame a la agencia responsable por este programa o actividad, o a cualquier oficina de la USDA.

Para presentar una queja, escriba a USDA, Director, Office of Civil Rights, 1400 Independence Avenue SW, Washington, DC 20250-9410, o llame sin cargo al 866-632-9992 (Voz). Para usuarios de TDD contacte la oficina del USDA a través de servicios de retransmisión locales o federales al 800-877-8339 (TDD) o 866-377-8642 (usuarios de relé de voz).

Tabla de Contenidos

Introducción 1
Información General Del Modelo 3
AccesandoWaSSI 5
Navegación General 7
Como Seleccionar una Región 10
Como Seleccionar una Ubicación de Interés 11
Como Acceder las Entradas del Modelo 16
Como Ejecutar una Simulación 20
Inspección de Salidas del Modelo 26
Como Utilizar el Visualizador de Mapa 31
Uso Apropiado 44
Reconocimientos 45
Página de Referencias 46
Apéndice A: Descripción detallada de módulos de WaSSI A-1
Apéndice B: Entradas y Salidas del Modelo B-1
Apéndice C: Publicaciones WaSSI C-28

Introducción

Los bosques son cada vez más valorados por su capacidad de secuestrar carbono de la atmósfera, estabilizar el flujo de los ríos y el clima, proporcionar fuentes de bioenergía y el amortiguamiento de los efectos nocivos del cambio de climático en la sociedad a través de sus servicios del ecosistema. Sin embargo, estas funciones del ecosistema son amenazadas por el cambio del clima global. Por ejemplo, el aumento en el uso de agua en los Estados Unidos ha conducido a una amplia manipulación hidrológica y un uso de agua fuera de corriente consuntivo, prácticas que cambian los flujos fluviales (Vörösmarty et al. 2004), poner en peligro la sostenibilidad de los recursos (Alcamo et al. 2003) y la degradación de las funciones del ecosistema (Carlisle et al. 2010). Futuros cambios en el clima ejercerán presión adicional sobre los suministros de agua dulce (Bates et al. 2008). Los efectos de estos factores de estrés serán sumamente variables al pasar el tiempo y sobre diferentes áreas, lo que hará más difícil la evaluación de los efectos sobre los recursos de agua en el futuro.

Al igual que el suministro de agua, la productividad del ecosistema (por ejemplo, la dinámica de captura de carbono) es un servicio invaluable del ecosistema que es vulnerable a los efectos del cambio de clima y las actividades humanas (Nemani et al. 2003, Beer et al. 2010). El uso de agua de un ecosistema o evapotranspiración (ET), está estrechamente relacionado con los ciclos de los nutrientes y carbono (Law et al. 2002, Sun et al. 2011). Como resultado, productividad del ecosistema es sumamente controlada por ET y los factores que afectan el ciclo del agua (por ejemplo, cambio climático, cambio en el uso de la tierra). La gestión de un ecosistema para mejorar el almacenamiento de carbono probablemente tendrá un impacto negativo en el suministro de agua disponible para uso humano a través de interacciones complejas de los ciclos del agua y de carbono en múltiples escalas.

Herramientas de manejo que puedan evaluar las reacciones de estos servicios del ecosistema al cambio global en múltiples escalas espaciales y temporales son necesarias. A finales de 1990, los científicos de la USDA Forest Service Southern Research Station que participaban en varias evaluaciones a escala nacional sobre la ciencia del cambio climático y los impactos relacionados con el clima descubrieron una falta de modelos del ecosistema integrados a escala de paisaje del cual extrajeron las proyecciones de las futuras condiciones hidrológicas. Modelos hidrológicos, predicciones de modelos de circulación general (GCM) sobre el cambio climático, y modelos demográficos del cambio de población fueron desarrollados. Sin embargo, estos modelos individuales fueron diseñados para trabajar en diferentes escalas espaciales y no para interactuar en una manera necesaria para evaluar los impactos acumulativos. Como resultado, los científicos del Servicio Forestal desarrollaron el modelo Índice de Estrés del Suministro de Agua (WaSSI) para examinar como los cambios climáticos de largo plazo interactúan con los factores humanos que podrían influir la disponibilidad de agua. WaSSI es un modelo integrado que se puede utilizar para proyectar los efectos regionales del cambio de la cubierta forestal de la tierra, el cambio climático y la extracción de agua en las corrientes, el estrés de suministro de agua y la productividad del ecosistema (por ejemplo, el almacenamiento de carbono). Además, WaSSI se puede utilizar para evaluar las concesiones mutuas entre las estrategias de gestión que influyen múltiples servicios del ecosistema.

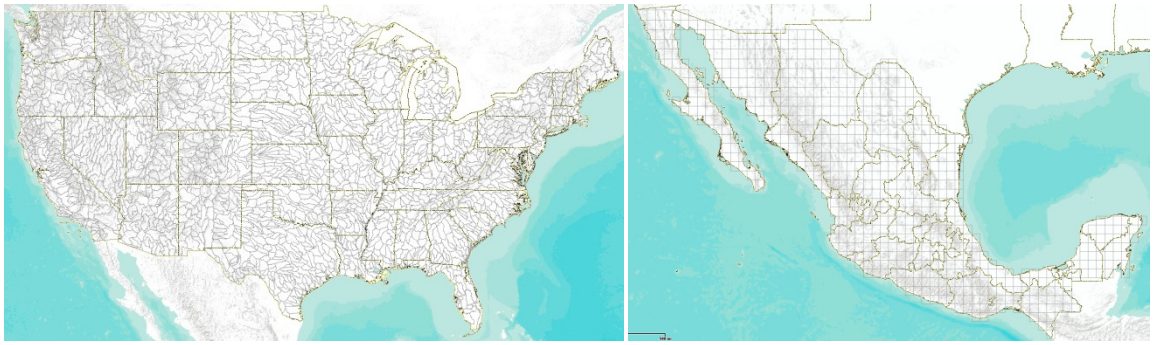
Las primeras versiones del modelo evaluaban el estrés del suministro de agua del tiempo anual en 13 estados del sur (Sun et al. 2008). El modelo fue después desarrollado por la integración de medidas globales de flujos atmosféricos, balances hídricos del suelo, transito de cuencas hidrográficas y bases de datos de demanda de agua a nivel de condado. En su forma actual, el modelo funciona a el paso de tiempo mensual, simulando la dinámica del carbono terrestre, además del estrés de suministro de agua a través de los EE.UU (Sun et al., 2011; Caldwell et al. 2011; 2012) y en México. La versión 1.0 de una aplicación web para WaSSI, **WaSSIweb**, fue lanzada en mayo 2011, que permite a los usuarios definir y evaluar los impactos de escenarios personalizados sobre el clima y uso de tierra. La versión 2.0 de **WaSSIweb** fue lanzada en julio 2012, dando lugar a la actualización de varios algoritmos del balance de agua y flujos de enrutamiento, el aumentando el número de escenarios climáticos del futuro para la evaluación de impactos, y la adición del **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer) para permitir la visualización de las salidas del modelo espacial. La verion 2.1. de WaSSI web fue lanzada en septiembre de 2013; esta version incluye la región de Ruanda que incluye los paises de Ruanda y Burundi. Ademas incluye la opctión de descargar el manual del usuario en español. Usuarios de **WaSSIweb** pueden ser administradores de recursos de hídricos y tierra para hacer decisiones informadas a la luz de las condiciones ambientales cambiantes; y educadores, investigadores, organizaciones no gubernamentales y el público en general para obtener información sobre los efectos del cambio global sobre el agua y carbono a escala local y continental.

Este guía de usuario pretende proporcionar información básica sobre los cálculos realizados por WaSSI, archivos de entradas y salidas, instrucciones sobre cómo navegar y utilizar la aplicación web y cómo interpretar los resultados de WaSSI.

Información General Del Modelo

WaSSI simula la dinámica mensual de agua y carbono en los EE.UU. y México, Runda y Burundi (Figura 1). Para los EE.UU., el modelo opera a base de cuencas hidrográficas para 2099 cuencas de Watershed Boundary Dataset (WBD; Watershed Boundary Dataset 2010) y de Código de Unidad Hidrológica (HUC) de 8 dígitos. Para México, WaSSI opera a base de celda cuadriculada para un total de 701 celdas de 0.5° (UNAM, la Universidad Nacional Autónoma de México clima cuadriculado mensual, 2007). En el caso de Ruanda y Burundi WaSSI opera a nivel de 231 cuencas delineadas con base en un modelo digital de elevación con resulución de 30 x 30 m^2 (ASTER DEM2). Tres modelos se integran en el marco del modelo WaSSI. El módulo del balance hídrico calcula el consumo de agua del ecosistema, evapotranspiración (ET); y la producción de agua de cada cuenca o celda cuadriculada. La producción de agua a veces se refiere como escurrimiento y puede considerarse como la cantidad de corriente en la salida de cada cuenca debido a los procesos hidrológicos en cada cuenca en forma aislada sin ninguna contribución del flujo de las cuencas de río arriba. El módulo de productividad del ecosistema simula las ganancias y pérdidas de carbono en cada cuenca o cuadrícula como funciones de la evapotranspiración. El módulo del suministro y demanda de agua (sólo para EE.UU.) dirige y acumula la producción de agua a través de la red fluvial de acuerdo a las relaciones topológicas entre las cuencas hidrográficas adyacentes, resta el uso consuntivo del agua por los seres humanos de los caudales fluviales, y compara el suministro de agua y la demanda de agua para calcular el índice de estrés del suministro del agua o WaSSI.

(a) (b)



(c)

Figura 1. Cuencas de código de unidad hidrológica (HUC) de 8 dígitos de los EE.UU. (a), celdas cuadriculadas de México (b) y cuencas de Ruanda y Burundi (c).

Se recomienda a los usuarios revisar el Apéndice A (Appendix A) que proporciona detalles de los módulos de Wassi y la literatura revisada por expertos citada para obtener un conocimiento profundo de todas las capacidades y limitaciones. Apéndice B (Appendix B) proporciona descripciones detalladas de todas las entradas y salidas del modelo.

AccesandoWaSSI

WaSSIweb es una interfaz fácil de usar que permite el desarrollo de un escenario de simulación del clima, la cobertura terrestre y cambio del uso de agua para que el impacto de los cambios en las corrientes fluviales, el estrés de suministro de agua y productividad de los ecosistemas a través de los EE.UU. y México puedan ser evaluados. **WaSSIweb** se puede acceder en la página web del Eastern Forest Environmental Threat Assesment Center del Servicio Forestal en: http://www.forestthreats.org/research/tools/WaSSI/. Desde esta página, seleccione el enlace "Comience a explorar WaSSI" ("Begin exploring WaSSI"). Este enlace se conecta a la página *Sobre WaSSI* (*About WaSSI*), que proporciona una breve descripción de WaSSI, los recursos disponibles, e información de contacto.

WaSSI Ecosystem Services Model
Version 2.1
English Spanish
About Options Input Viewer Simulation Tool
About WaSSI
The Water Supply Stress Index Model (WaSSI) is a web-based tool that can be used to project the effects of land use change, climate change, and water withdrawals on river flows, water supply stress, and ecosystem productivity (i.e. carbon sequestration dynamics) across the conterminous United States and Mexico. As water yield and carbon sequestration are tightly coupled, WaSSI is useful for evaluating trade-offs among management strategies for these ecosystem services.
How does WaSSI Work - The core of WaSSI is a water balance model that is sensitive to land cover and climate, and operates on a monthly time step at the 8-digit Hydrologic Unit Code (HUC) watershed scale across the conterminous U.S, at the 0.5 degree grid resolution in Mexico, and at the watershed scale in Rwanda and Burundi. Gross ecosystem productivity, ecosystem respiration, and net ecosystem carbon exchange are estimated using actual evapotranspiration. For the U.S., annual US Geological Survey (USGS) water demand estimates are adjusted for population, disaggregated to the monthly scale, and compared to groundwater and surface water supply to assess water supply stress. Consumptive water use is subtracted from stream flow throughout the river network.
Who should Use WaSSI - Resource managers for making informed management decisions in light of changing environmental conditions; educators, researchers, NGOs, and the general public for gaining insight on the effects of global change on water and carbon at both local and continental scales.
Who is behind WaSSI - USDA Forest Service scientists from the Eastern Forest Environmental Threat Assessment Center developed the model algorithms. This web application was developed with programming support from Praecipio Consulting and Photo Science Inc. through a partnership between the Eastern Forest Environmental Threat Assessment Center and the USDA Forest Service International Programs to facilitate transfer of the science to all users. The application of the WaSSI model in Rwanda was possible through colloboration with the Wildlife Conservation Society and the Rwanda Agricultural Board.
Getting Started with WaSSI - After reading the background information, select the Options tab to define a region for simulation (U.S. or Mexico). Once a region is selected, explore the model inputs by clicking on the Input Viewer tab. A simulation scenario can be created and executed from the Simulation Tool tab. Please be patient!!! The model is simulating the water balance, water supply and demand, ecosystem productivity, and biodiversity for the entire region (U.S. or Mexico) over as many as 100 years and may take several minutes to complete. After a simulation, explore model outputs for your watershed in the Output Viewer or view outputs spatially in the Map Viewer. Try making changes to the simulation scenario to assess the impact of climate, land use, and population change on water resources and ecosystem productivity. Click to download a PDF version of the WaSSI user guide v1.0 in English or Spanish, which provides an overview and illustrates, step-by-step, how to access, navigate, and run the WaSSI model.
Appropriate Use - WaSSI water and carbon predictions are subject to similar uncertainties associated with all ecosystem models, including uncertainty in input data, uncertainty in the representation of the physical processes that govern the watershed water balance and ecosystem productivity, and uncertainty in how people use and manipulate water resources at the continental scale. WaSSI is designed to provide large-scale global change impact assessments using readily available data collected using consistent methodologies across broad regions (e.g. water use and return flow). As a result, model results at the local scale (e.g. HUC8 watershed) may vary from actual conditions and users are cautioned to consider this uncertainty in interpreting results for their watershed of interest. WaSSI users have the capability of evaluating an unlimited number of climate, land use, and water use scenarios, and are ultimately responsible for determining whether the scenarios they define are realistic or not. For evaluating impacts of future climate scenarios, users are encouraged to consider several general circulation model and emission scenario combinations to cover a range in possible impacts. Users may refer to peer-reviewed WaSSI documentation for further information regarding model assumptions and limitations.
Supported Web Browsers - The recommended web browsers to run WaSSI web in are Internet Explorer 8 or higher and FireFox.

Los enlaces que aparecen bajo la sección de *Recursos* (Resources) se conectan a artículos de revistas sobre WaSSI. Siga los enlaces para conocer más acerca de los detalles del modelo y sus usos.

Resources:

Caldwell, P. V., Sun, G., McNulty, S. G., Cohen, E. C., and Moore Myers, J. A., 2012. Impacts of impervious cover, water withdrawals, and climate change on river flows in the Conterminous US, Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss. 9:4263-4304, doi:10.5194/hessd-9-4263-2012.

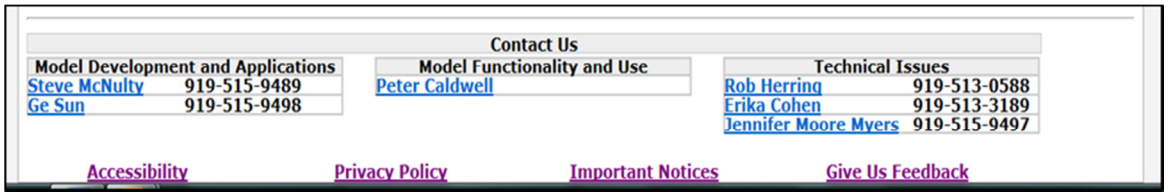
Caldwell, P.V., Sun, G., McNulty, S.G., Cohen, E.C., and Moore Myers, J.A. 2011. Modeling Impacts of Environmental Change on Ecosystem Services across the Conterminous United States, in Medley, C.N., Patterson, Glenn, and Parker, M.J. (eds) Observing, studying, and managing for change: Proceedings of the Fourth Interagency Conference on Research in the Watersheds: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2011:5169, 202 p.

Sun, G., Caldwell, P., Noormets, A., Cohen, E., McNulty, S., Treasure, E., Domec, J. C., Mu, Q., Xiao, J., John, R., and Chen, J., 2011. Upscaling key ecosystem functions across the conterminous United States by a water-centric ecosystem model, Journal of Geophysical Research, 116, G00J05.

Sun G., K. Alstad, J. Chen, S. Chen, C. R. Ford, G. Lin, N. Lu, S. G. McNulty, A. Noormets, J. M. Vose, B. Wilske, M. Zeppel, Y. Zhang, and Z. Zhang. 2011. A general predictive model for estimating monthly ecosystem evapotranspiration. Ecohydrology 4 (2):245-255.

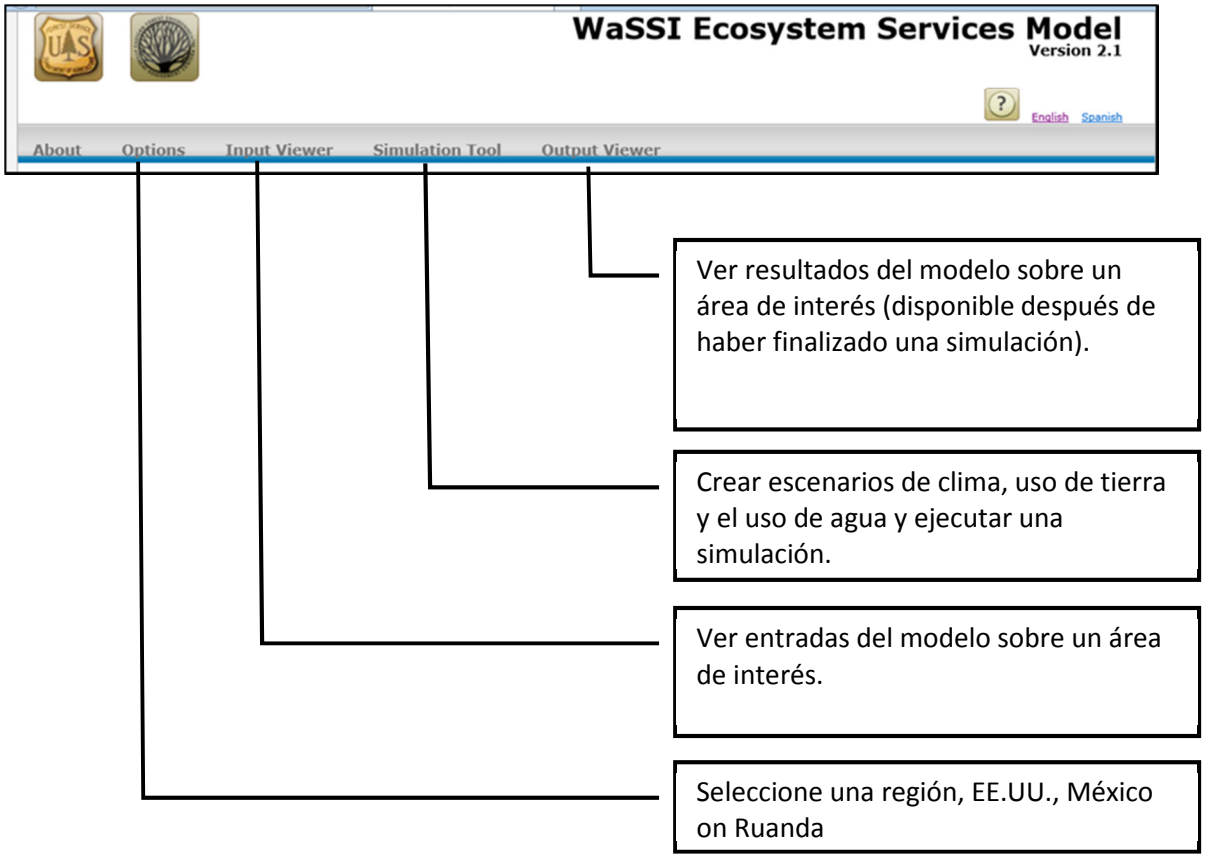
Sun, G., S.G. McNulty, J.A. Moore Myers, and E.C. Cohen. 2008. Impacts of Multiple Stresses on Water Demand and Supply across the Southeastern United States. Journal of American Water Resources Association 44(6):1441-1457.

Información de contacto para los desarrolladores del modelo WaSSI además de enlaces a métodos de accesibilidad, póliza de privacidad, y avisos de importancia se pueden encontrar en la sección *Contáctenos* (Contact Us).



Navegación General

La aplicación web de WaSSI consiste de la herramienta **WaSSIweb** y el **Visualizador de mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer). **WaSSIweb** incluye cuatro componentes principales: Opciones (Options), Visualizador de Entradas (Input Viewer), Herramienta de Simulación (Simulation Tool), y el Visualizador de Salidas (Output Viewer). Todos estos componentes son accesibles usando la barra de herramientas situada en la parte superior de la página.


WaSSI Ecosystem Services Model
Version 2.1
English Spanish
About
Options
Input Viewer
Simulation Tool
Output Viewer
Ver resultados del modelo sobre un área de interés (disponible después de haber finalizado una simulación).
Crear escenarios de clima, uso de tierra y el uso de agua y ejecutar una simulación.
Ver entradas del modelo sobre un área de interés.
Seleccione una región, EE.UU., México on Ruanda

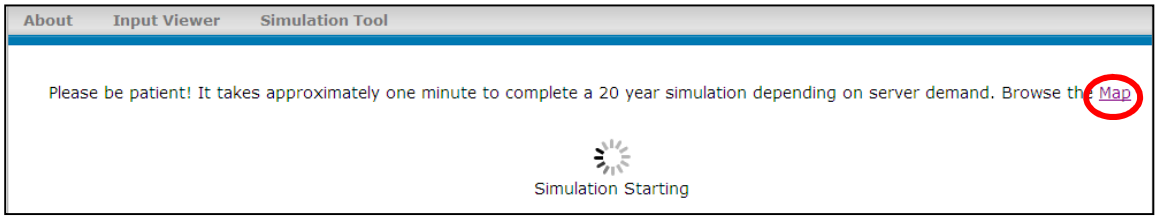
El **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer) realiza dos funciones principales. En primer lugar, el visualizador permite la selección de un área de interés para ver las entradas y salidas del modelo en **WaSSIweb** a través de paneo, zoom, y la selección de una ubicación en el mapa. Para este propósito, el **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer) se puede acceder seleccionando el icono *Busqueda de Cuenca* (Find a Watershed) en los componentes de *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) y *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb:**

En segundo lugar, el **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer) muestra los resultados del modelo para una simulación definida por el usuario en mapas de color que pueden ser vistos con capas de mapas auxiliares y exportados para su uso en informes. Para este propósito, el **Visualizador de Mapa**

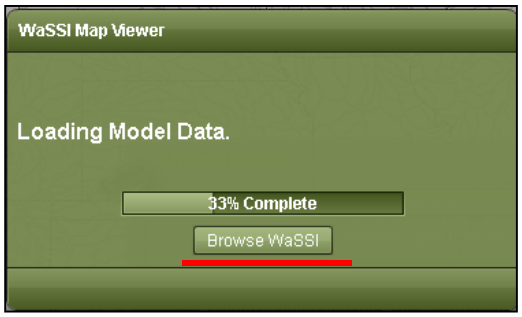
WaSSI (WaSSI Map Viewer) se puede acceder seleccionando el icono en el componente de *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb**:

La selección de este icono del Visualizador de Entradas (Input Viewer) da acceso al **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer) para permitir la exploración de la funcionalidad del visualizador y la selección de una cuenca hidrográfica o celda cuadriculada de interés, pero las salidas del modelo no se mostraran. Las salidas del modelo pueden ser vistas en el **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer) seleccionando este icono del *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) solo después de que una simulación sea realizada.

El Visualizador de Mapa WaSSI (WaSSI Map Viewer) también se puede acceder mientras una simulación se esté generando. La siguiente ventana aparece al hacer clic en la opción *Correr Simulación* (Run Simulation) en la *Herramienta de* Simulación (Simulation Tool) en **WaSSIweb**. Para acceder el mapa, haga clic en el enlace *Mapa* (Map) disponible.


About
Input Viewer
Simulation Tool
Please be patient! It takes approximately one minute to complete a 20 year simulation depending on server demand. Browse the Map
Simulation Starting

En el **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer), es posible navegar a **WaSSIweb** mientras los datos de las salidas del modelo se cargan después de correr una simulación seleccionando la opción *Navegar WaSSI* (Browse WaSSI) en la ventana de estado.

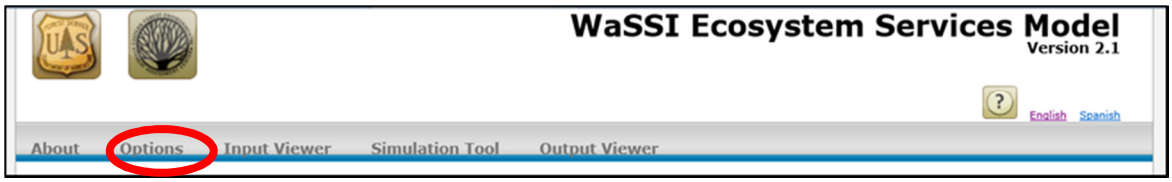


Además, el logotipo WaSSI en la barra de herramientas en el **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer) (arriba a la izquierda) se puede seleccionar en cualquier momento navegar de vuelta a **WaSSIweb**.

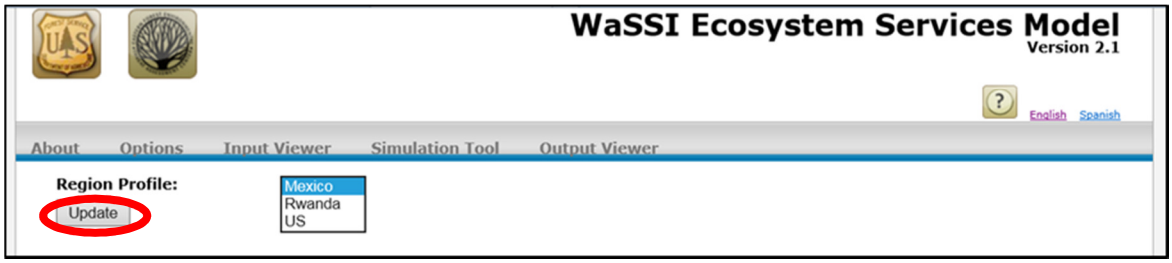
La secuencia general de operaciones para una simulación WaSSI es seleccionar primero la región de interés en la página de *Opciones* (Options) en **WaSSIweb**, ver entradas del modelo de una ubicación dentro de la región de interés en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) (si así lo desea), desarrollar un escenario de simulación usando la Herramienta de Simulación (Simulation Tool), y ver las salidas del modelo para una ubicación dentro de la región de interés en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) y/o ver los resultados para una región entera usando el **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer). Estos pasos se describen a detalle en las siguientes secciones Guía de Usuario de WaSSI.

Como Seleccionar una Región

La región de interés (EE.UU. o México) se puede seleccionar mediante el componente de *Opciones* (Options) de **WaSSIweb**.



Haga clic en la lista desplegable para acceder las regiones disponibles para la simulación, y haga clic en el botón *Actualizar* (Update) para seleccionar la región de interés. La región de Ruanda incluye los países de Raunda y Burundi.

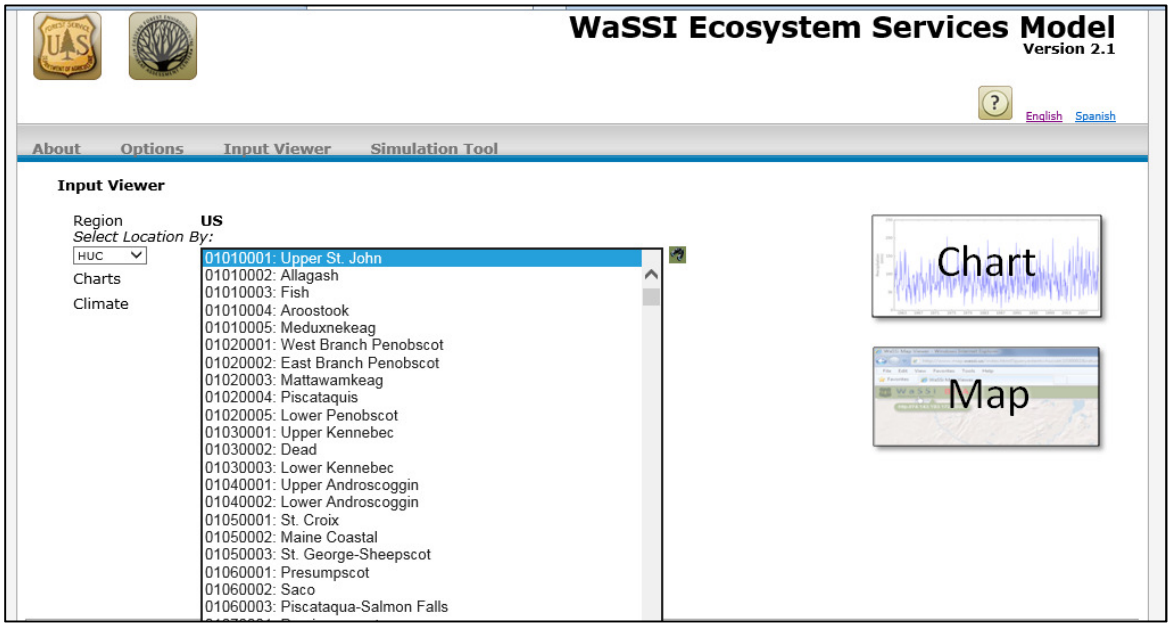


Una vez que hagan clic el botón *Actualizar* (Update), **WaSSIweb** indicará que las opciones han sido guardadas y está listo para continuar.

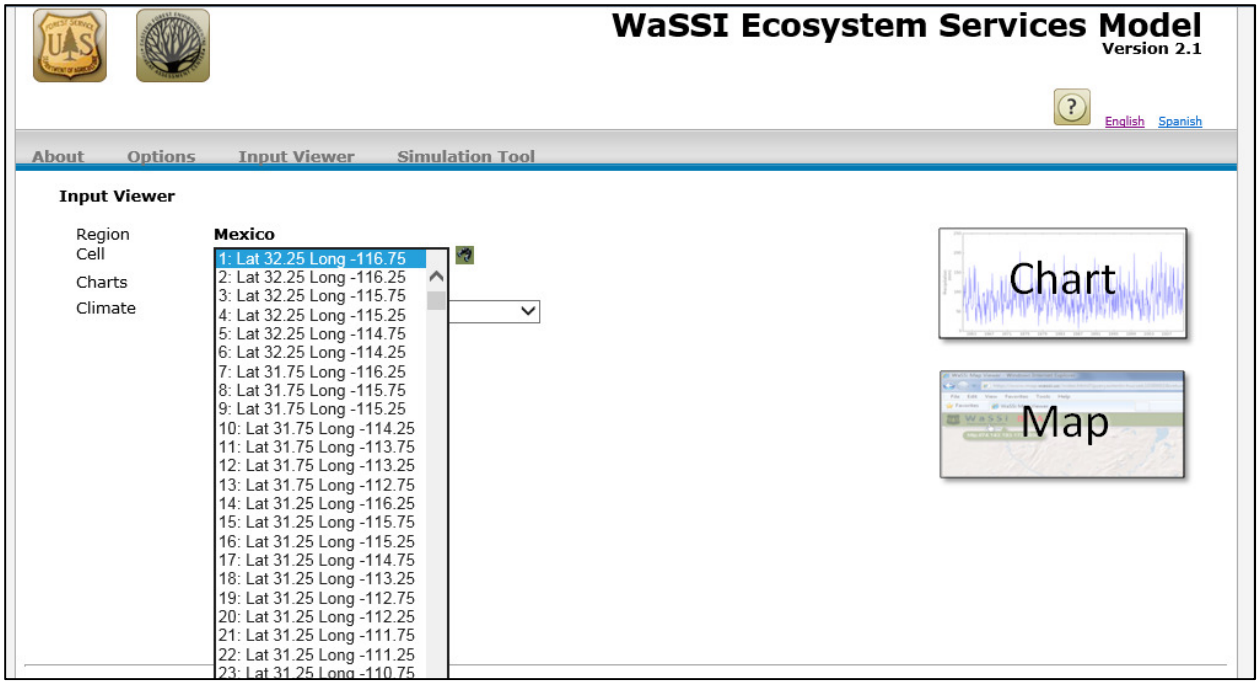
Como Seleccionar una Ubicación de Interés

En los componentes de *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) y *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb**, una ubicación de interés para ver las entradas y salidas del modelo se puede seleccionar en una de tres maneras. En la primera, una cuenca hidrográfica de 8 dígitos o celda cuadriculada puede ser seleccionada de la lista desplegable.

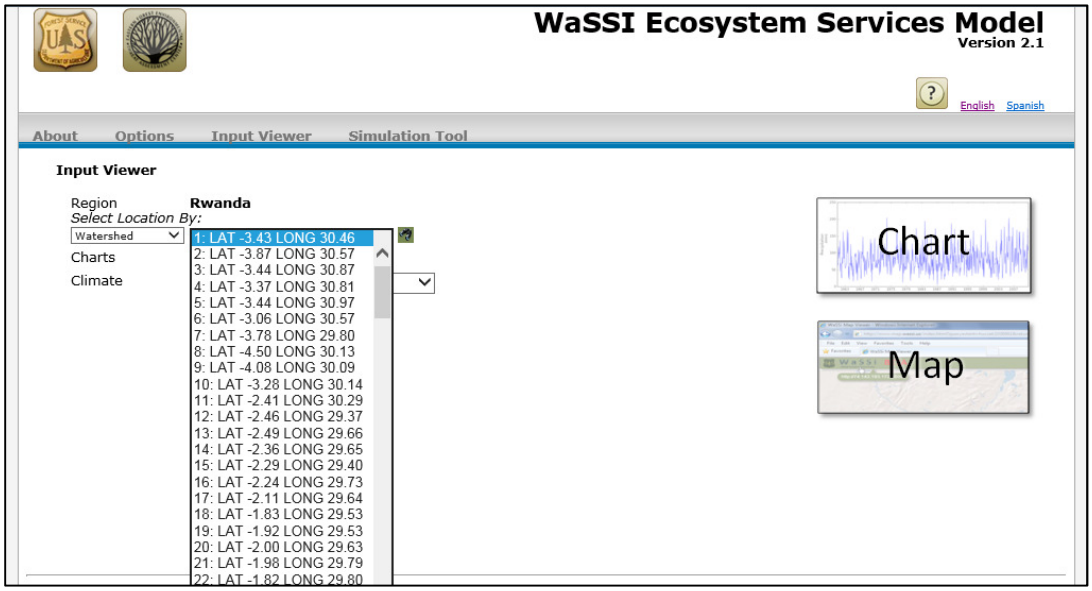
Para los EE.UU., los números de cuenca hidrográfica de código de unidad hidrológica (HUC) de 8 dígitos pueden ser seleccionados.



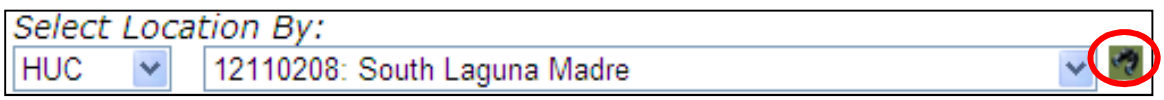
Para México, se usa el sistema de cuadrícula del Instituto Republicano Internacional (IRI) de México. La ubicación de interés puede ser seleccionada usando los identificadores de la celda cuadriculada y/o coordenadas de latitud y longitud:


WaSSI Ecosystem Services Model
Version 2.1
English Spanish
About Options Input Viewer Simulation Tool
Input Viewer
Region Mexico
Cell
Charts
Climate
1: Lat 32.25 Long -116.75
2: Lat 32.25 Long -116.25
3: Lat 32.25 Long -115.75
4: Lat 32.25 Long -115.25
5: Lat 32.25 Long -114.75
6: Lat 32.25 Long -114.25
7: Lat 31.75 Long -116.25
8: Lat 31.75 Long -115.75
9: Lat 31.75 Long -115.25
10: Lat 31.75 Long -114.25
11: Lat 31.75 Long -113.75
12: Lat 31.75 Long -113.25
13: Lat 31.75 Long -112.75
14: Lat 31.25 Long -116.25
15: Lat 31.25 Long -115.75
16: Lat 31.25 Long -115.25
17: Lat 31.25 Long -114.75
18: Lat 31.25 Long -113.25
19: Lat 31.25 Long -112.75
20: Lat 31.25 Long -112.25
21: Lat 31.25 Long -111.75
22: Lat 31.25 Long -111.25
Chart
Map

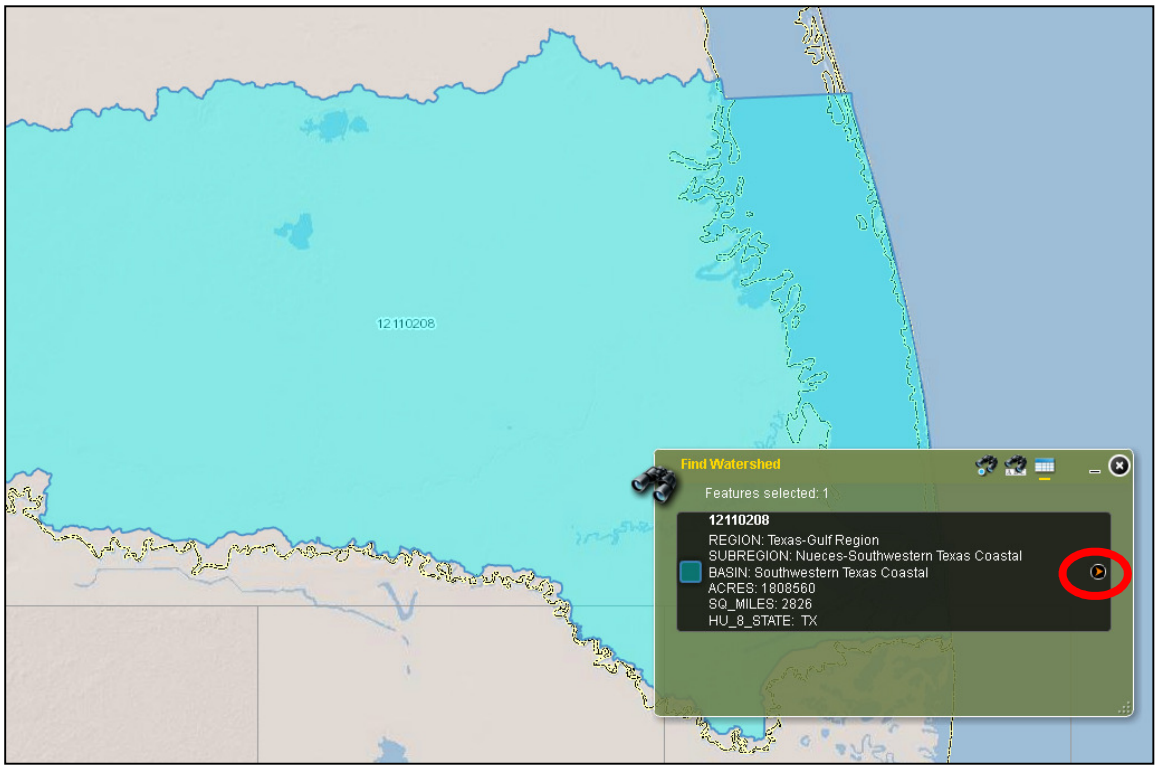
En el caso de Ruanda el área de interes puede ser seleccionada con referencia a la identificación (ID) de la cuenca o con base en coordenadas (latitude y longitude).


WaSSI Ecosystem Services Model
Version 2.1
English Spanish
About Options Input Viewer Simulation Tool
Input Viewer
Region Rwanda
Select Location By:
Watershed
Charts
Climate
1: LAT -3.43 LONG 30.46
2: LAT -3.87 LONG 30.57
3: LAT -3.44 LONG 30.87
4: LAT -3.37 LONG 30.81
5: LAT -3.44 LONG 30.97
6: LAT -3.06 LONG 30.57
7: LAT -3.78 LONG 29.80
8: LAT -4.50 LONG 30.13
9: LAT -4.08 LONG 30.09
10: LAT -3.28 LONG 30.14
11: LAT -2.41 LONG 30.29
12: LAT -2.46 LONG 29.37
13: LAT -2.49 LONG 29.66
14: LAT -2.36 LONG 29.65
15: LAT -2.29 LONG 29.40
16: LAT -2.24 LONG 29.73
17: LAT -2.11 LONG 29.64
18: LAT -1.83 LONG 29.53
19: LAT -1.92 LONG 29.53
20: LAT -2.00 LONG 29.63
21: LAT -1.98 LONG 29.79
22: LAT -1.82 LONG 29.80
Chart
Map

Una vez que una cuenca hidrográfica o una celda cuadriculada sea seleccionada, la ubicación puede ser verificada en un mapa. Esto se puede llevar a cabo seleccionando el icono *Búsqueda de Cuenca* (Find Watershed) junto a la lista desplegable.



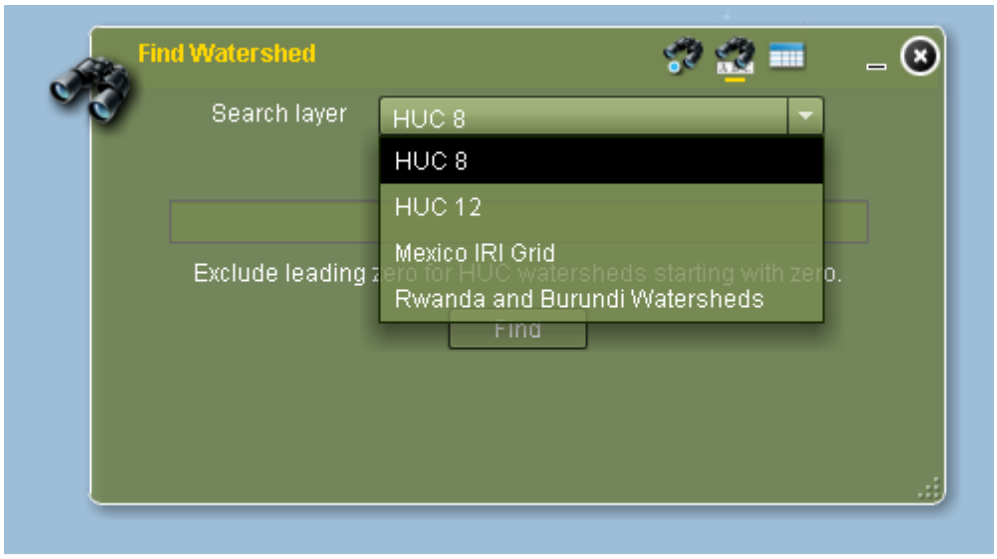
Cuando el icono *Búsqueda de Cuenca* (Find Watershed) sea seleccionada, la cuenca o celda cuadriculada será identificada en el **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer):



La selección del icono de la flecha roja en la herramienta *Búsqueda de Cuenca* (Find Watershed) regresara al *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) o *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb**.

La segunda manera de seleccionar una ubicación de interés en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) o *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** es seleccionar una ubicación en un mapa. Primero, seleccione el icono de mapa:

La herramienta de *Búsqueda de Cuenca* (Find Watershed) se abrirá en el **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer), que permite la selección de una cuenca hidrográfica o una celda cuadriculada. Para los EE.UU., seleccione ¨HUC 8¨ como la *Capa de Búsqueda* (Search Layer). Para México, seleccione la opción ¨Mexico IRI Grid¨ como la *Capa de Búsqueda* (Search Layer).

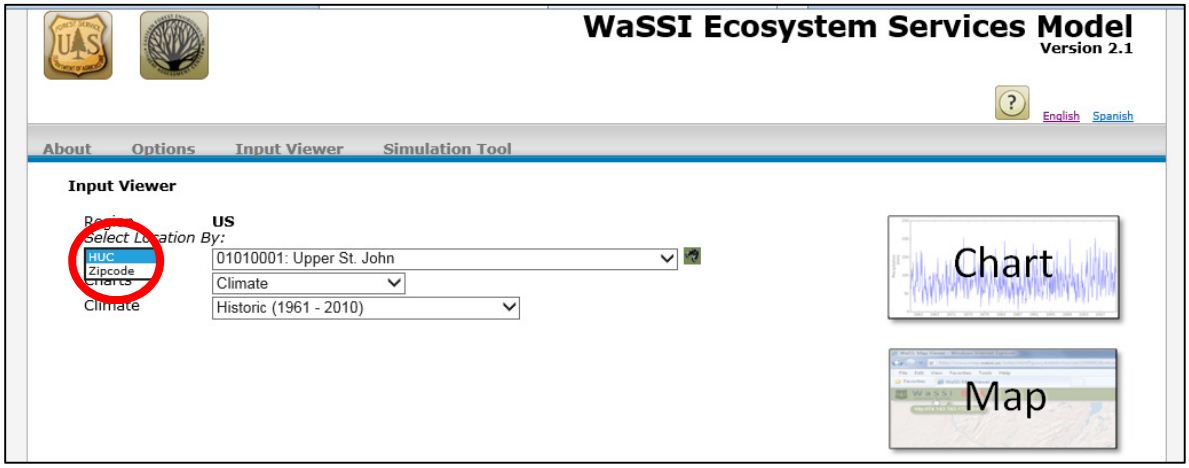


Una vez que la zona de búsqueda sea seleccionada, el número HUC de la cuenca o la celda cuadriculada puede ser introducido en al campo de búsqueda:

Alternativamente, si el método de selección del punto se destaca, el usuario puede desplazarse y hacer zoom a su ubicación de interés, y hacer clic en la cuenca o en la celda cuadriculada para seleccionarla:

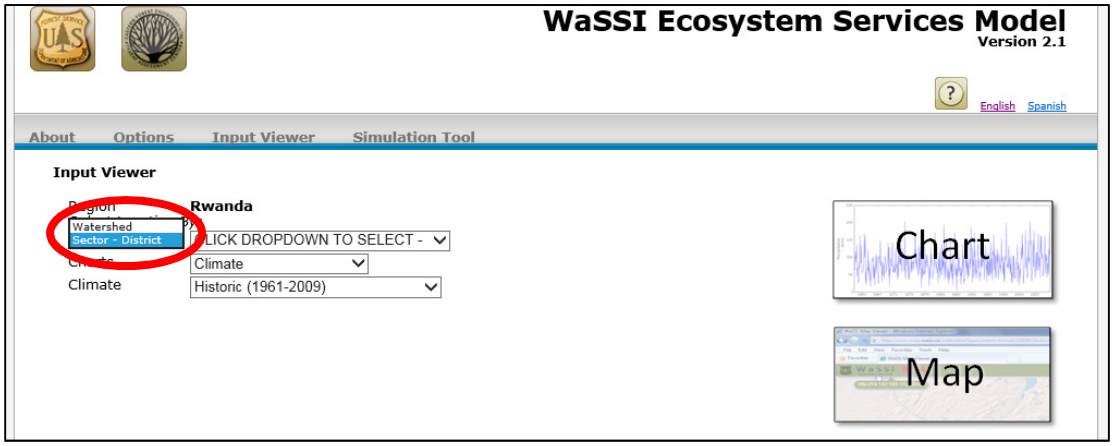
Una vez que se encuentre una cuenca hidrográfica o celda cuadriculada, seleccione el icono de flecha roja en la herramienta de *Búsqueda de Cuenca* (Find Watershed) para regresar a **WaSSIweb.**

La tercera manera de seleccionar una ubicación de interés en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) o *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) (solo en los EE.UU.) en **WaSSIweb** es seleccionar *Código Postal* (Zipcode) en la lista desplegable *Selección de Ubicación Por* (Select Location By):



Luego, introduzca el código postal de cinco dígitos de los EE.UU. para la ubicación de interés.

En Ruanda,, select District-Sector en la lista desplegable *Select Location By*, y el usuario puede seleccionar por nombre de District-Sector:

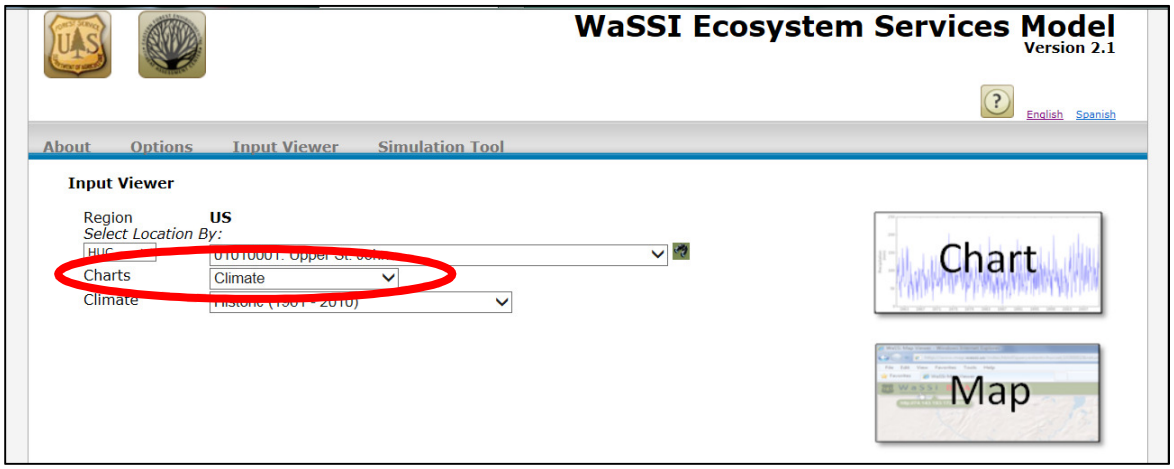


Como Acceder las Entradas del Modelo

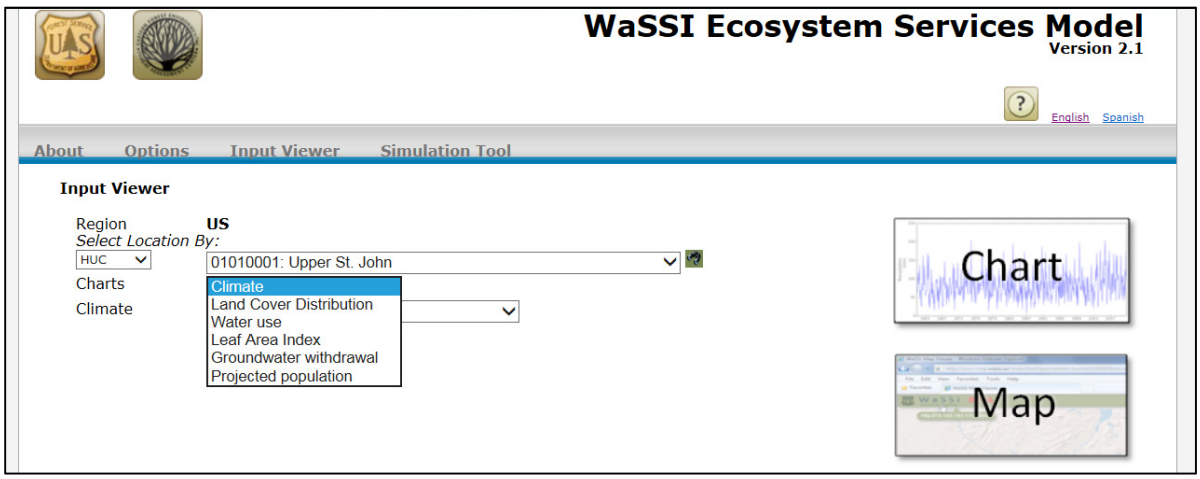
Una vez que la región ha sido seleccionada mediante el componente de *Opciones* (Options), los datos del modelo pueden ser explorados en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) de **WaSSIweb.**

El *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) permite la selección de una cuenca hidrográfica o celda cuadriculada para la visualización de entradas del modelo como gráficos o los datos pueden ser descargados en formato CSV.

Después de seleccionar una ubicación, utilice la lista desplegable de *Gráficos* (Charts) para seleccionar la entrada deseada para esa área.

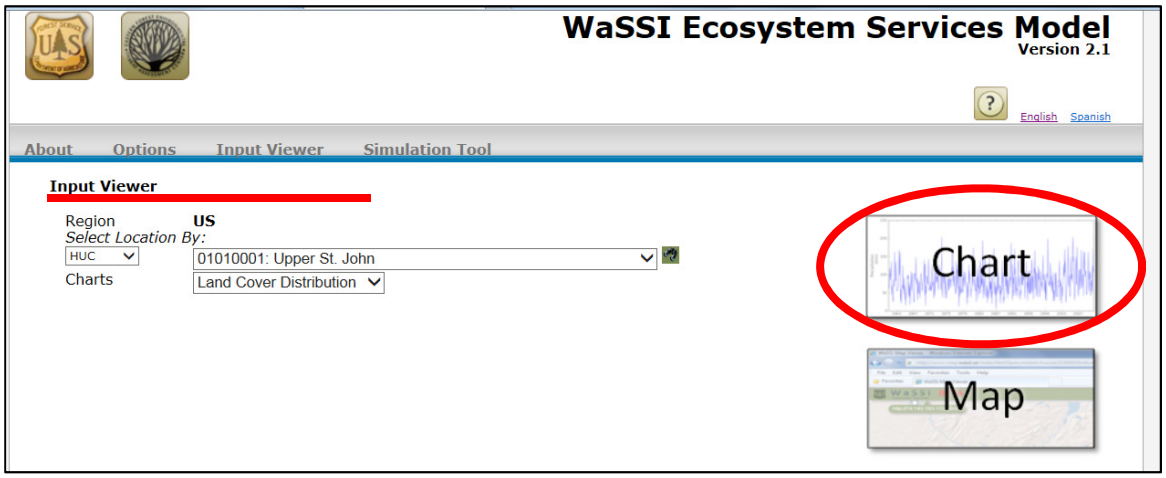


Haga clic en la lista desplegable para acceder a las opciones y seleccione la entrada deseada del modelo.



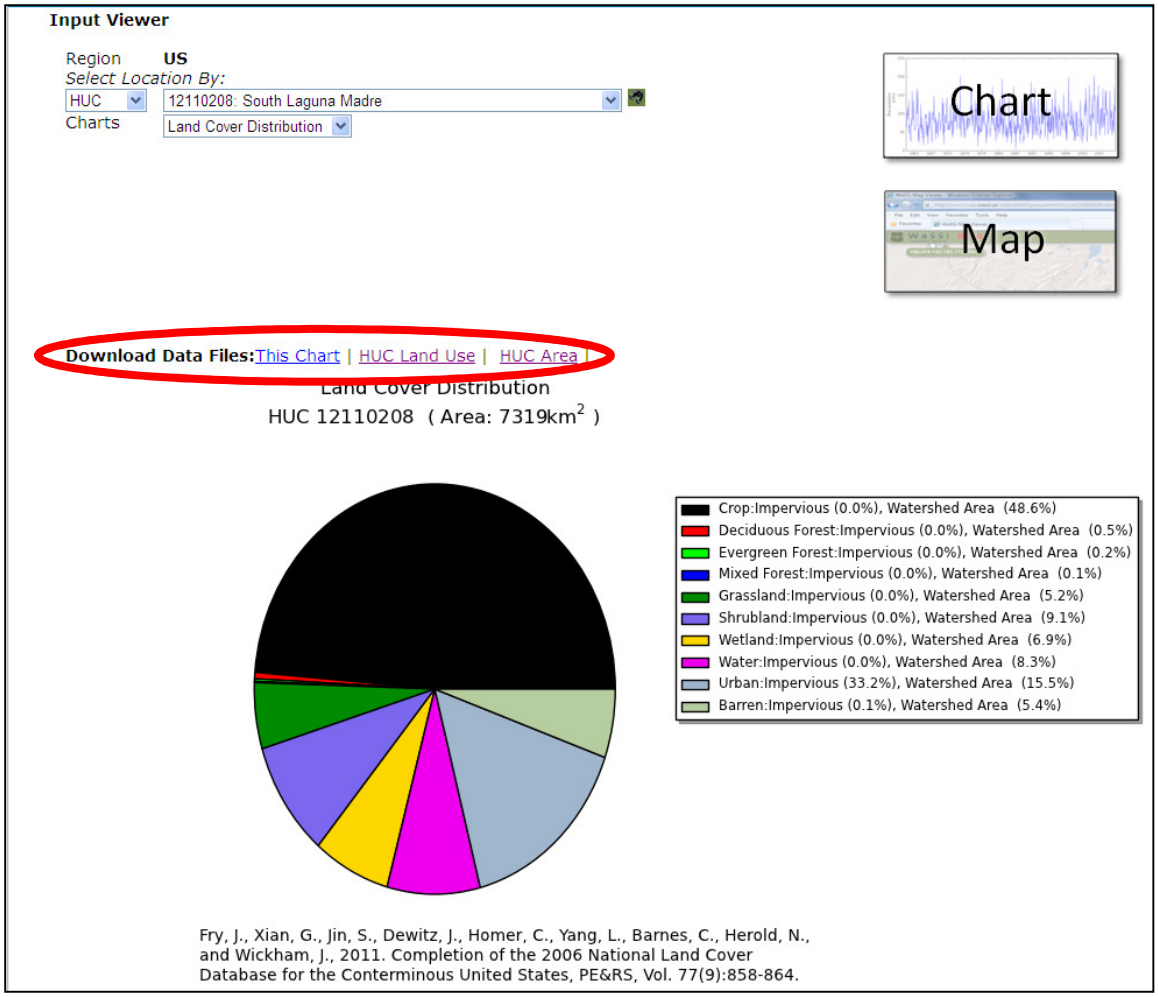
Una vez que todos los campos se han seleccionado, haga clic en el icono *Gráfico* (Chart) situado en el lado derecho de la pantalla. **WaSSIweb** entonces generará un gráfico de la entrada solicitada del modelo

en la parte inferior de la página del *Visualizador de Entradas* (Input Viewer).

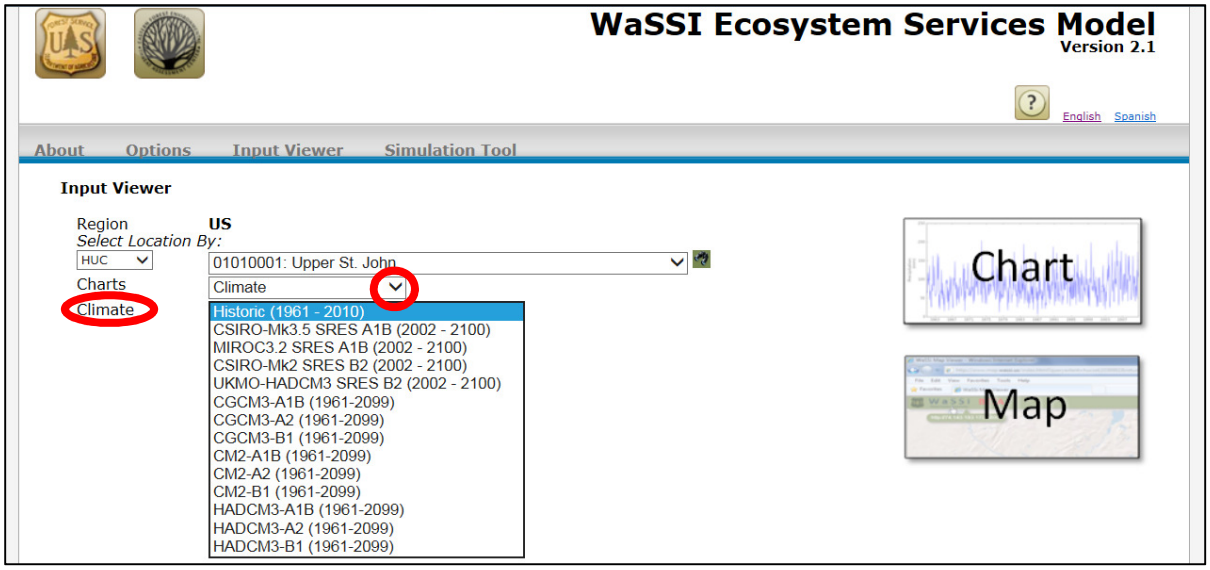


Debajo de todos los gráficos de entradas está el conjunto de datos original utilizado para crear la entrada del modelo. *Nota.: Algunas opciones de* Gráfico *generan varios gráficos, desplácese hacia abajo para ver el resto.*

Además de ver las entradas del modelo en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) de **WaSSIweb,** la imagen del gráfico y los archivos de datos utilizados para generar los gráficos de entrada pueden ser descargados haciendo clic en los enlaces de la sección de *Descargar Archivos de Datos* (Download Data Files).


Input Viewer
Region US
Select Location By:
HUC
12110208: South Laguna Madre
Charts
Land Cover Distribution
Chart
Map
Download Data Files: This Chart | HUC Land Use | HUC Area
Land Cover Distribution
HUC 12110208 (Area: 7319km2)
Crop:Impervious (0.0%), Watershed Area (48.6%)
Deciduous Forest:Impervious (0.0%), Watershed Area (0.5%)
Evergreen Forest:Impervious (0.0%), Watershed Area (0.2%)
Mixed Forest:Impervious (0.0%), Watershed Area (0.1%)
Grassland:Impervious (0.0%), Watershed Area (5.2%)
Shrubland:Impervious (0.0%), Watershed Area (9.1%)
Wetland:Impervious (0.0%), Watershed Area (6.9%)
Water:Impervious (0.0%), Watershed Area (8.3%)
Urban:Impervious (33.2%), Watershed Area (15.5%)
Barren:Impervious (0.1%), Watershed Area (5.4%)
Fry, J., Xian, G., Jin, S., Dewitz, J., Homer, C., Yang, L., Barnes, C., Herold, N., and Wickham, J., 2011. Completion of the 2006 National Land Cover Database for the Conterminous United States, PE&RS, Vol. 77(9):858-864.

La selección de la opción *Clima* (Climate) bajo *Gráficos* (Charts) dará acceso a la lista desplegable de *Clima* (Climate). Haga clic en la lista desplegable para acceder a una lista de escenarios de cambio climático que están disponibles para las ejecuciones personalizadas del modelo WaSSI.

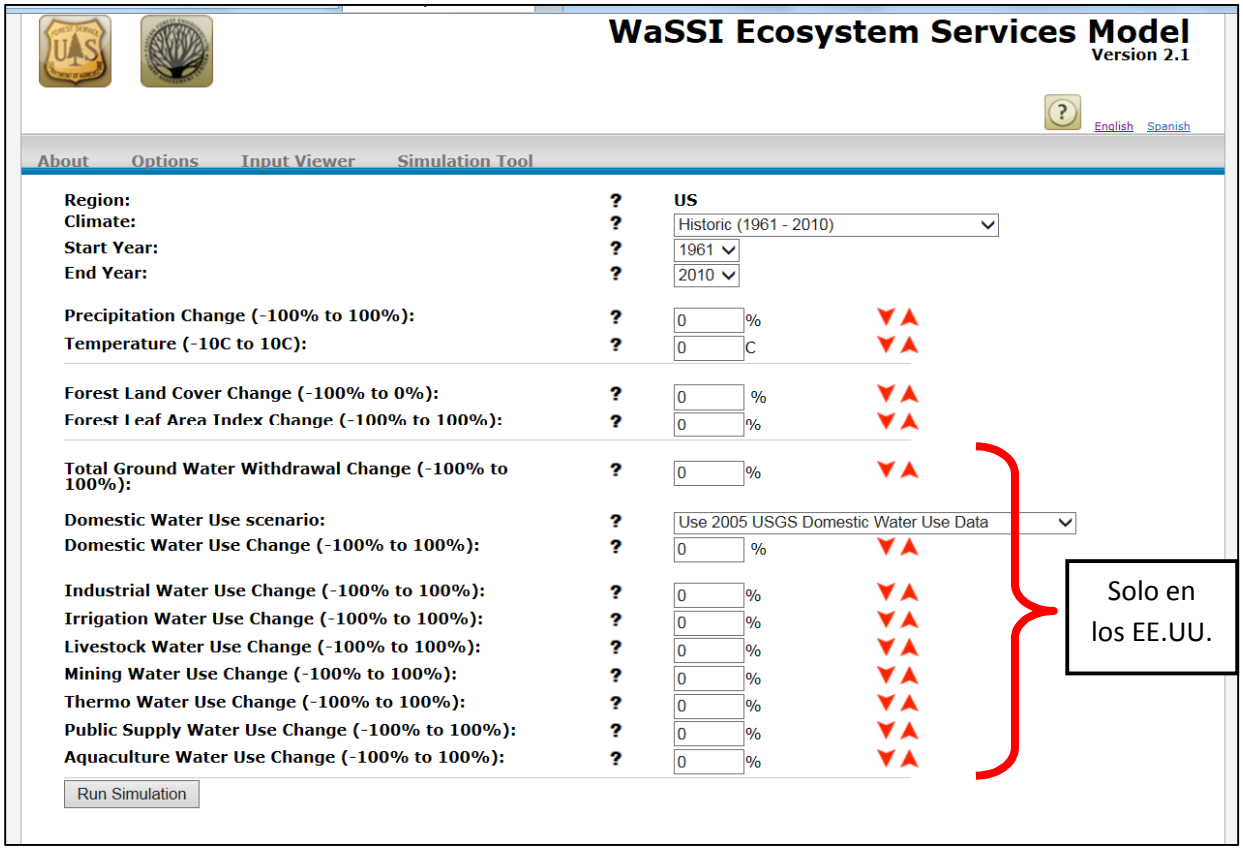


Una vez que todas las opciones del *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) han sido seleccionadas, haga clic en el icono *Gráfico* (Chart) en el lado derecho de la pantalla para generar los gráficos de cambio climático. Este proceso puede tardar unos segundos, por favor sea paciente.

Como Ejecutar una Simulación

La *Herramienta de Simulación* (Simulation Tool) de **WaSSIweb** puede ser utilizada para definir un escenario de clima, uso de tierra, y uso de agua que será evaluado usando el modelo WaSSI.

Las opciones siguientes están disponibles en la *Herramienta de Simulación* (Simulation Tool):

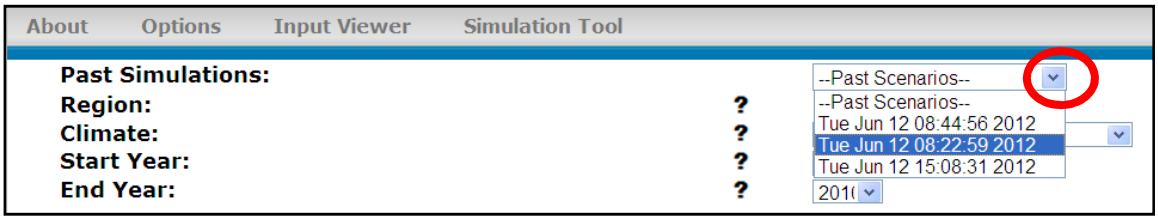

WaSSI Ecosystem Services Model
Version 2.1
English Spanish
About Options Input Viewer Simulation Tool
Region: US
Climate: Historic (1961 - 2010)
Start Year: 1961
End Year: 2010
Precipitation Change (-100% to 100%): 0 %
Temperature (-10C to 10C): 0 C
Forest Land Cover Change (-100% to 0%): 0 %
Forest Leaf Area Index Change (-100% to 100%): 0 %
Total Ground Water Withdrawal Change (-100% to 100%): 0 %
Domestic Water Use scenario: Use 2005 USGS Domestic Water Use Data
Domestic Water Use Change (-100% to 100%): 0 %
Industrial Water Use Change (-100% to 100%): 0 %
Irrigation Water Use Change (-100% to 100%): 0 %
Livestock Water Use Change (-100% to 100%): 0 %
Mining Water Use Change (-100% to 100%): 0 %
Thermo Water Use Change (-100% to 100%): 0 %
Public Supply Water Use Change (-100% to 100%): 0 %
Aquaculture Water Use Change (-100% to 100%): 0 %
Run Simulation
Solo en los EE.UU.

Coloque el cursor sobre los signos de interrogación para obtener más información sobre cada sección de la *Herramienta de Simulación* (Simulation Tool).

Para algunas selecciones, los cambios se pueden hacer ya sea por la introducción manual de los valores en el espacio provisto al lado de cada sección o usando las flechas rojas de la derecha para aumentar o disminuir los valores. *Nota.: Cada selección tiene un rango diferente, así que por favor tenga en cuenta el valor máximo y mínimo permitido cuando se hacen ajustes.*

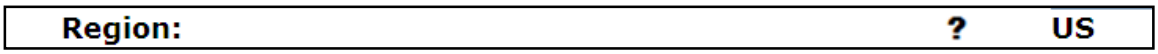
Simulaciones Anteriores

La selección de un escenario de la lista desplegable de *Simulaciones Anteriores* (Past Simulations) rellenara la *Herramienta de Simulación* (Simulation Tool) con selecciones de las simulaciones anteriores. Haga clic en la lista desplegable para acceder y seleccionar simulaciones disponibles.



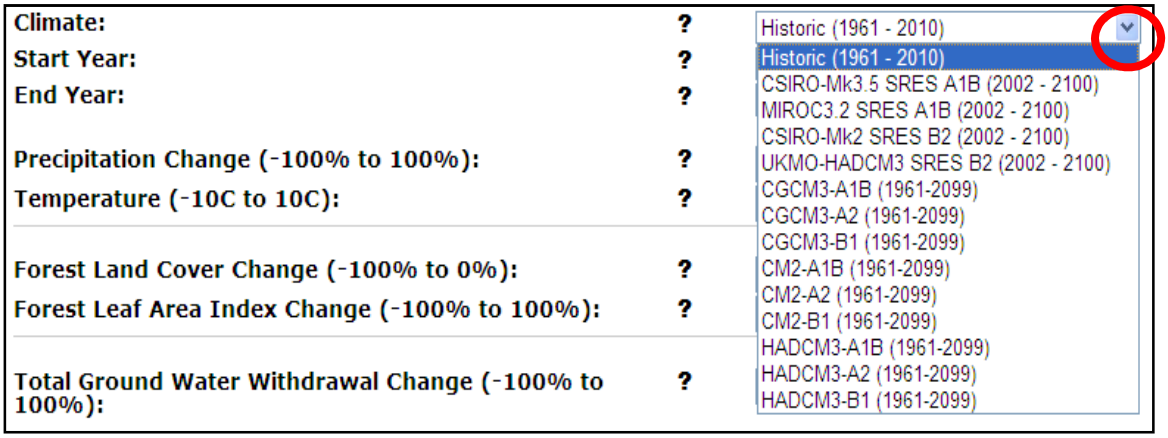
Región

Esta sección refleja la región que fue elegida en la página *Opciones* (Options). Vuelva a la página *Opciones* (Options) para cambiar la región seleccionada.



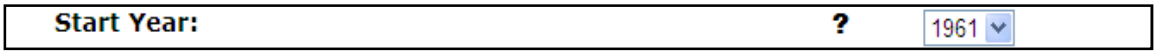
Clima

Esta opción permite la selección de un escenario climático que sea datos climáticos históricos basados en observaciones o proyecciones futuras del clima de varios modelos de circulación global (GCMs) y combinaciones de escenarios de emisiones que están disponibles para la simulación. Consulte el Apéndice B para una descripción de los modelos climáticos/combinaciones de escenarios disponibles.



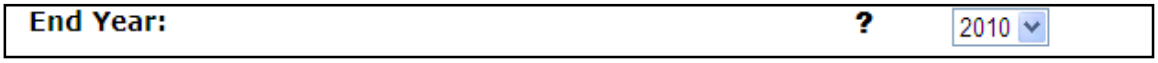
Año de Inicio

Esta opción permite la selección de un año de inicio para la simulación. Haga clic en la lista desplegable para acceder a la lista de años.



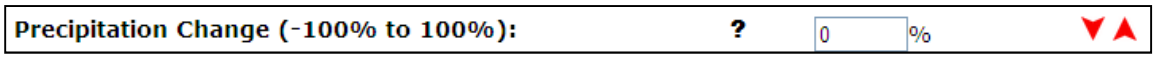
Año de Finalización

Esta opción permite la selección de un año de finalización para la simulación. Haga clic en la lista desplegable para acceder a la lista de años. *Nota.: Un plazo más corto requerirá menos tiempo para la simulación.*



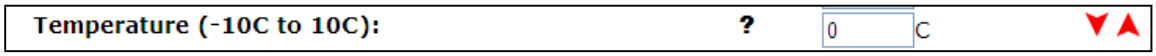
Cambio de Precipitación

Esta opción aumenta o disminuye, por porcentaje, la precipitación mensual del escenario climático seleccionado en la sección *Clima* (Climate). Cuando la precipitación se cambia, el cambio porcentual es aplicado individualmente al valor mensual de precipitación en todas las cuencas hidrográficas o celdas cuadrículas para el escenario climático seleccionado.



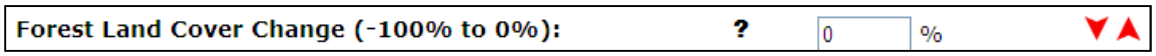
Cambio de Temperatura

Esta opción aumenta o disminuye, en grados celsius, la temperatura mensual del escenario climático seleccionado en la sección *Clima* (Climate). Cuando la temperatura se cambia, la cantidad de cambio introducida es aplicada individualmente al valor mensual de temperatura para el escenario climático seleccionado.

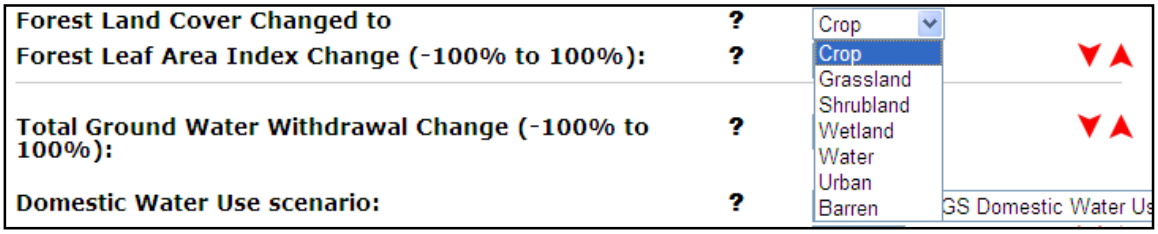


Cambio de Cubierta de Tierra Forestal

Esta opción reduce la proporción de cubierta de tierra forestal en todas las cuencas por un porcentaje fijo. Cuando la cubierta de tierra forestal se reduce, las clases de la cubierta de tierra forestal de Caudicifolio, Siempreverde, y Bosque Mixto que pueden estar presentes en cada cuenca hidrográfica o celda cuadriculada se reducen en el mismo porcentaje fijo.

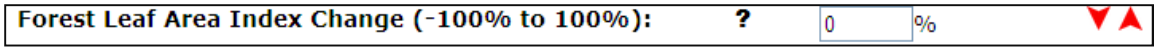


Cuando se ajusta el valor de *Cambio de Cubierta de Tierra Forestal* (Forest Land Cover Change), aparecerá una nueva selección: *Cubierta de Tierra Forestal Cambiada a* (Forest Land Cover Changed to), donde se puede seleccionar la clase de cobertura terrestre que reemplazará la cobertura forestal en todas las cuencas hidrográficas o celdas cuadriculadas. Por ejemplo, si desea disminuir 10% del la cubierta de tierra forestal mediante la conversión a la cobertura de la tierra Urbana, y que una cuenca hidrográfica determinada incluye 20% Caducifolio, 5% Siempreverde, 30% Mixto, y 15% Cubierta de Tierra Urbana, la nueva distribución de cubierta de tierra incluiría 18% Caducifolio, 4.5% Siempreverde, 27% Mixto, y 20.5% Urbano. Todas las demás clases de cubierta terrestre (por ejemplo, Cultivos (Crop), Pastizales (Grassland), etc.) permanecerían constantes.



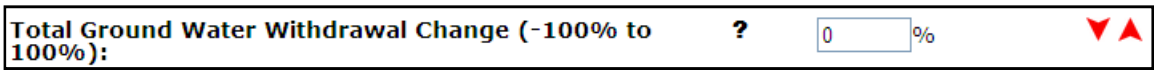
Cambio del Índice de Área Foliar Forestal

El índice de área foliar (LAI o IAF) forestal es la superficie total de hoja por unidad de tierra en unidades de m^2 m^{-2}(m^2 de área foliar por m^2 de superficie de la tierra). El aumento del LAI de la cubierta de tierra forestal generalmente aumentará la perdida de agua por evapotranspiración en cuencas hidrográficas celdas cuadriculadas donde estén presentes terrenos forestales, que luego disminuirá la producción de agua y aumentará el estrés del suministro de agua. Mediante el cambio del LAI forestal, podrán investigar los impactos de las prácticas de gestión como el adelgazamiento o los efectos de un rodal de mayor edad en el balance de agua, estrés del suministro de agua, y la secuestración de carbono. Cuando el LAI del bosque se cambia, el cambio introducido será aplicado a todas las clases de cubierta de tierra de bosques Caducifolios, Siempreverdes, y Mixtos en todas las cuencas hidrográficas o celdas cuadriculadas.



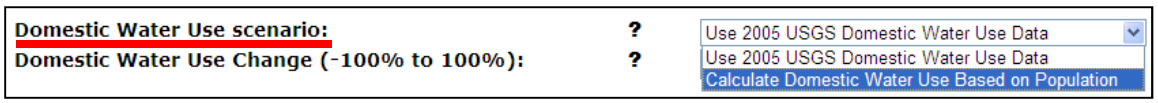
Cambio Total de la Extracción de Aguas Subterráneas

Esta opción, disponible sólo para los EE.UU., cambia la cantidad de agua subterránea utilizada por todos los sectores en todas las cuencas hidrográficas. La disminución de la extracción de agua subterránea aumentará la tensión de suministro de agua y reducir el estrés por el contrario, si se aumenta. Un cambio se introduce como un porcentaje, por ejemplo, un aumento del 10% en la extracción de agua se introduciría como un 10 en el espacio proporcionado. Una disminución en la extracción de agua se introduce como un número negativo (por ejemplo, -10).



Escenario de Consumo Doméstico de Agua

Esta opción, disponible sólo para los EE.UU., selecciona el método utilizado para calcular el uso doméstico mensual de agua en el escenario. El consumo doméstico de agua incluye el uso residencial de interior y al aire libre y está directamente afectado por el crecimiento demográfico. Uso doméstico de agua incluye ambas retiradas auto suministradas (por lo general de fuentes de agua subterránea) y la porción de retiradas del sector de suministro público que sirve al sector doméstico. Dos opciones para modificar el consumo doméstico de agua están disponibles. La primera opción, *Utilice los Datos dw Consumo Doméstico de Agua del USGS 2005* (Use 2005 USGS Domestic Water Use), utiliza los datos de consumo doméstico de agua de USGS 2005 publicados para un nivel de referencia de uso doméstico de agua y permite que este nivel de consumo doméstico de agua sea cambiado por un porcentaje fijo. La segunda opción, *Calcular el Consumo Doméstico de Agua a Base de la Población* (Calculate Domestic Water Use Based on Population), ajusta el consumo doméstico de agua como una función de las estimaciones de la población proyectada.

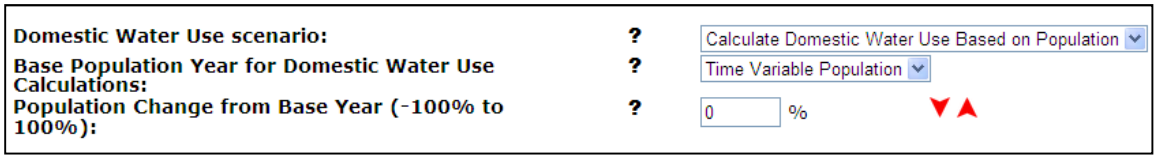

Domestic Water Use scenario:
?
Use 2005 USGS Domestic Water Use Data
Domestic Water Use Change (-100% to 100%):
?
Use 2005 USGS Domestic Water Use Data
Calculate Domestic Water Use Based on Population

Si selecciona la opción *Utilice los Datos de Consumo Doméstico de Agua del USGS 2005* (Use 2005 USGS Domestic Water Use Data), aparecerá la opción *Cambio de Consumo Doméstico de Agua* (Domestic Water Use Change). Esta opción permite el cambio de los niveles de consumo doméstico de agua del USGS 2005 por un porcentaje fijo en todas las cuencas hidrográficas.

Si se selecciona *Calcular el Consumo Doméstico de Agua Basado en la Población* (Calculate Domestic Water Use Based on Popultion), los índices de consumo de agua per cápita se calculan dividiendo la suma de las extracciones USGS 2005 para el sector Doméstico y la parte del sector de Suministro Público que sirve el uso doméstico de agua por la población del 2010 en cada cuenca hidrográfica. Esta proporción de uso de agua per cápita se multiplica por la población por el año o años especificados para calcular el consumo doméstico de agua ajustado por la población. Cualquier cambio en el consumo

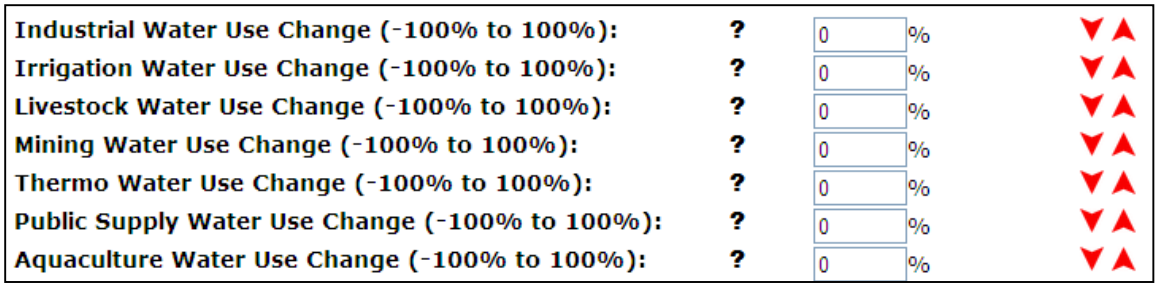
doméstico de agua como consecuencia de los cambios de la población se aplica solo a las extracciones de agua de superficie. Extracciones de agua subterránea siempre se mantienen constantes en los niveles de 2005 a menos que el valor del *Total de Extracciones de Agua Subterránea* (Total Groundwater Withdrawals) sea ajustado como se describe anteriormente.

Si se selecciona *Calcular el Consumo Doméstico de Agua Basado en la Población* (Calculate Domestic Water Use Based on Population), dos opciones se harán disponibles: *Año Base de Población Para las Calculaciones del Consumo Doméstico de Agua* (Base Population Year for Domestic Water Use Calculations) y *Cambio de Población del Año Base* (Population Change from the Base Year). *Año Base de Población Para las Calculaciones del Consumo Doméstico de Agua* (Base Population Year for Domestic Water Use Calculations) permite la selección de un año en particular entre 2010 y 20260 para calcular el consumo doméstico de agua. Por ejemplo, si desea evaluar el impacto del cambio de la población en el estrés del suministro de agua en 2050, el año 2050 será seleccionado y la población de todos los años de la simulación se mantendrían constante en los niveles del 2050. La selección de la opción *Población de Tiempo Variable* (Time Variable Population) para el *Año Base de Población Para las Calculaciones del Consumo Doméstico de Agua* (Base Population Year for Domestic Water Use Calculations) permitirá que el consumo doméstico de agua varíe en el tiempo sobre la base de las estimaciones anuales proyectadas para cada año entre 2010 y 2060 en lugar de permanecer constante durante un año seleccionado. Las estimaciones de proyección demográficas usadas en WaSSI atraviesan el 2010 – 2060 periodo de tiempo, mientras que los escenarios de simulación pueden empezar antes o después de este periodo. Si una simulación incluye años antes de 2010 o después de 2060, los años antes de 2010 se les asignan las estimaciones del año 2010 y los años después de 2060 se les asignan las estimaciones del año 2060. La opción *Cambio de Población del Año Base* (Population Change from Base Year) cambia la población del año base de población por un porcentaje fijo en todas las cuencas hidrográficas.



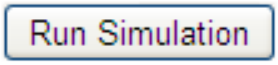
Cambio en el Uso de Agua por Sector

Las secciones restantes de la *Herramienta de Simulación* (Simulation Tool) para los EE.UU. cambia el uso de agua para sectores de uso de agua individuales (que no sea doméstico y la porción del servicio de suministro público de uso doméstico de agua. Cualquier cambio en el uso de agua por sector se aplica sólo a las extracciones de agua de superficie. Extracciones de agua subterránea siempre se mantienen constantes en los niveles de 2005, a menos que el *Total de Extracciones de Agua Subterránea* (Total Groundwater Withdrawals) se ajuste como se describe arriba. Consulte el Apéndice B para una descripción de los sectores de uso de agua.

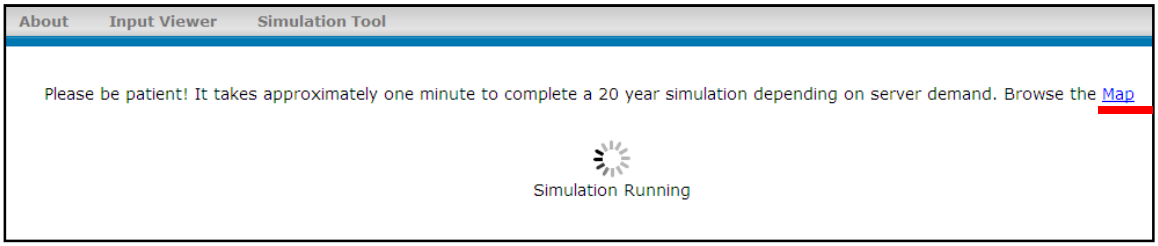

Industrial Water Use Change (-100% to 100%): ? 0 %
Irrigation Water Use Change (-100% to 100%): ? 0 %
Livestock Water Use Change (-100% to 100%): ? 0 %
Mining Water Use Change (-100% to 100%): ? 0 %
Thermo Water Use Change (-100% to 100%): ? 0 %
Public Supply Water Use Change (-100% to 100%): ? 0 %
Aquaculture Water Use Change (-100% to 100%): ? 0 %

Como Ejecutar una Simulación

Cuando haya terminado de desarrollar un escenario, haga clic en la opción *Correr Simulación* (Run Simulation) para ejecutar el modelo y ver los resultados.

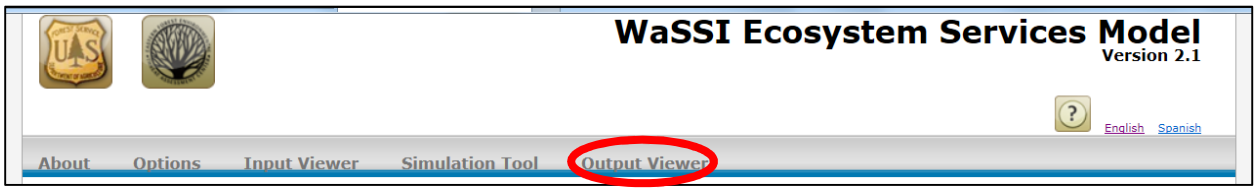


Una vez que la simulación se ha iniciado, aparecerá la siguiente pantalla. Por favor sea paciente mientras se ejecuta la simulación. Para navegar el **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer) mientras espera, simplemente oprima el enlace *Mapa* (Map) proporcionado.


About
Input Viewer
Simulation Tool
Please be patient! It takes approximately one minute to complete a 20 year simulation depending on server demand. Browse the Map
Simulation Running

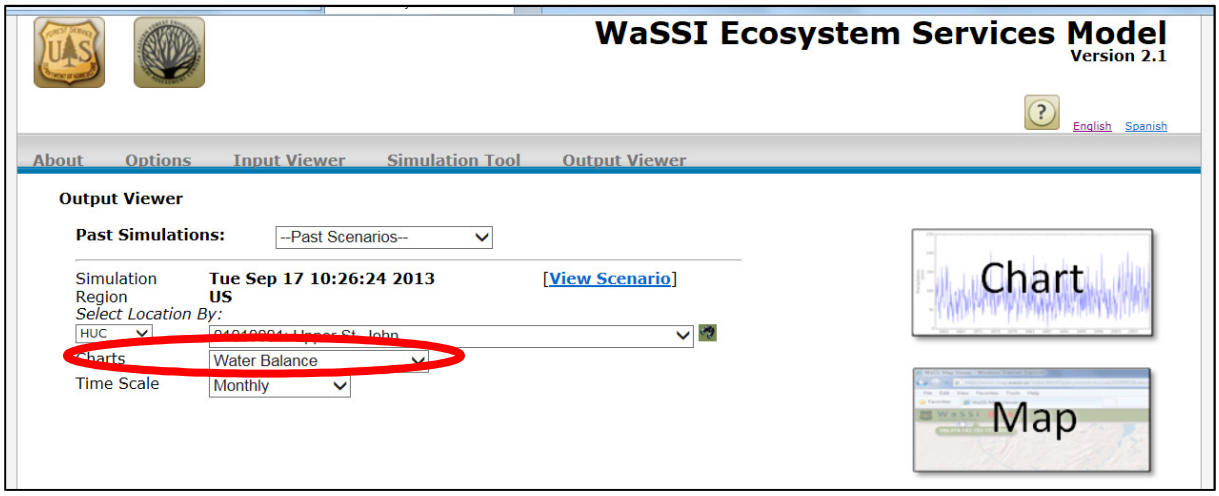
Inspección de Salidas del Modelo

Una vez que la simulación se ha terminado, los resultados del modelo pueden ser explorados en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb**.

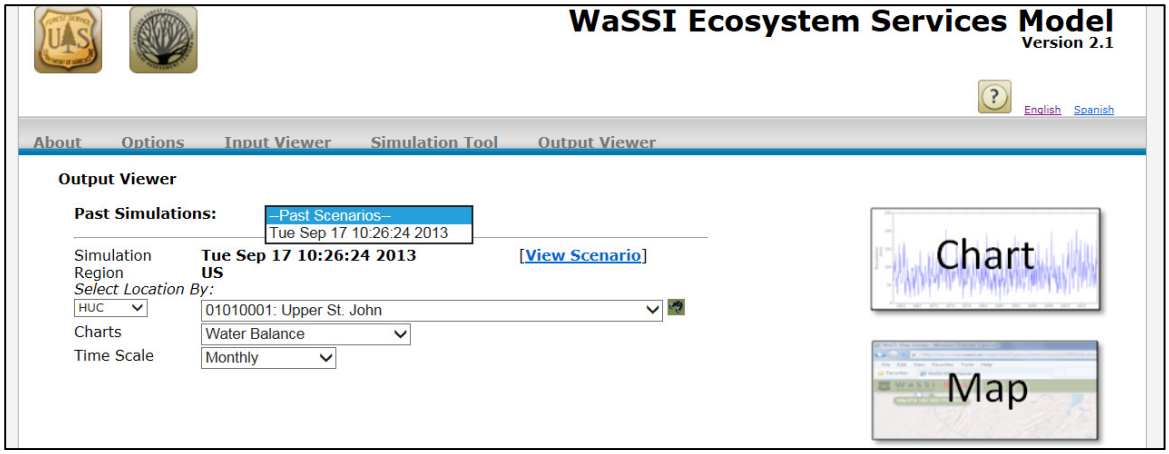


El *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) permite la selección de una cuenca hidrográfica o ubicación de celda cuadriculada para la revisión de los resultados del modelo como gráficos o los datos pueden ser descargados en formato CSV.

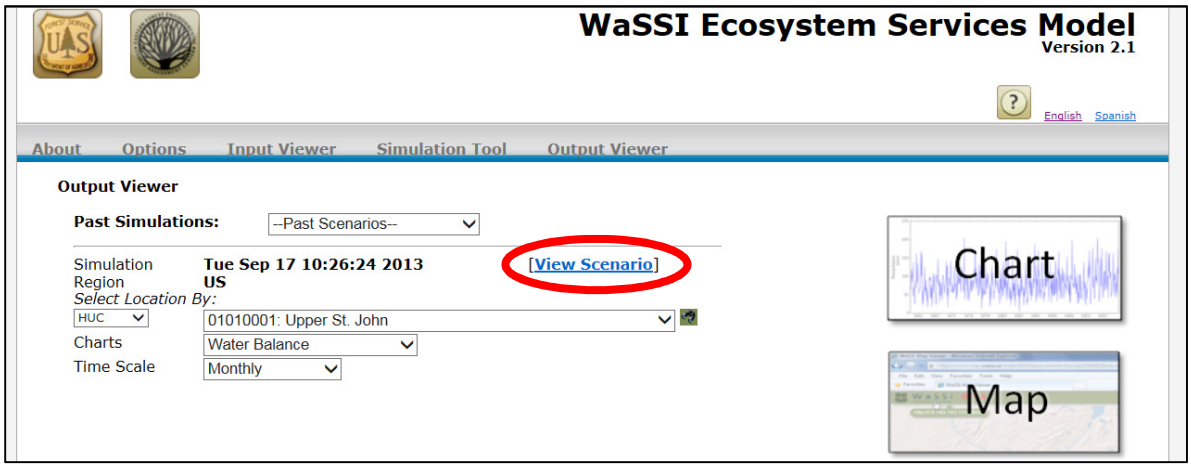
Después de haber seleccionado una ubicación, utilice la lista desplegable de *Gráficos* (Charts) para seleccionar la salida deseada para esa área.



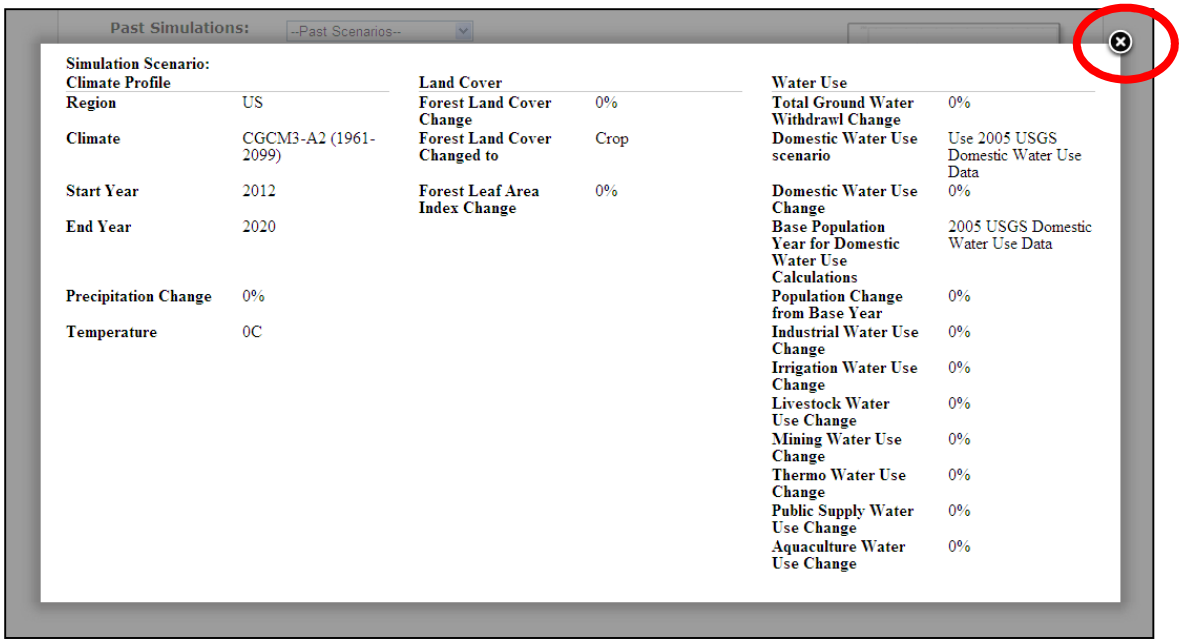
La lista desplegable de *Simulaciones Anteriores* (Past Simulations) permite ver y seleccionar cualquiera de las simulaciones anteriores que han sido ejecutadas en la sesión actual de **WaSSIweb.** Para acceder a una simulación anterior, haga clic en la lista desplegable y seleccione la simulación deseada. Una vez que una simulación anterior ha sido seleccionada, las salidas para ese escenario se mostrarán en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** y el **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer)**.**



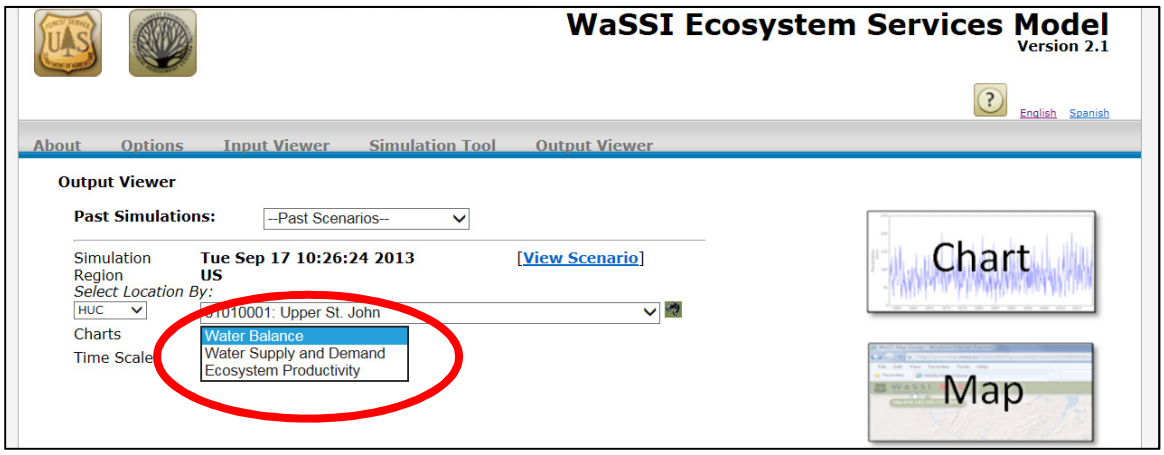
En cualquier momento, la configuración del escenario de la simulación seleccionada definida en la *Herramienta de Simulación* (Simulations Tool) podrá ser revisada haciendo clic en el enlace *Ver Escenario* (View Scenario).



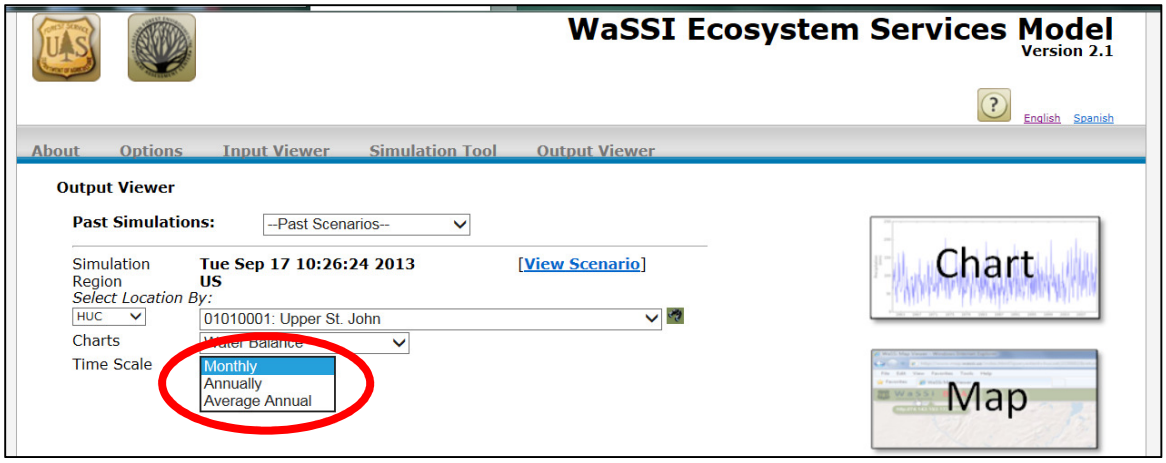
Al hacer clic en el enlace se abrirá una nueva pantalla donde los detalles del escenario de simulación elegido podrán ser revisados. Haga clic en la *X* en la esquina superior derecha para salir de esta pantalla.


Past Simulations:
--Past Scenarios--
Simulation Scenario:
Climate Profile
Region US
Climate CGCM3-A2 (1961-2099)
Start Year 2012
End Year 2020
Precipitation Change 0%
Temperature 0C
Land Cover
Forest Land Cover Change 0%
Forest Land Cover Changed to Crop
Forest Leaf Area Index Change 0%
Water Use
Total Ground Water Withdrawl Change 0%
Domestic Water Use scenario Use 2005 USGS Domestic Water Use Data
Domestic Water Use Change 0%
Base Population Year for Domestic Water Use Calculations 2005 USGS Domestic Water Use Data
Population Change from Base Year 0%
Industrial Water Use Change 0%
Irrigation Water Use Change 0%
Livestock Water Use Change 0%
Mining Water Use Change 0%
Thermo Water Use Change 0%
Public Supply Water Use Change 0%
Aquaculture Water Use Change 0%

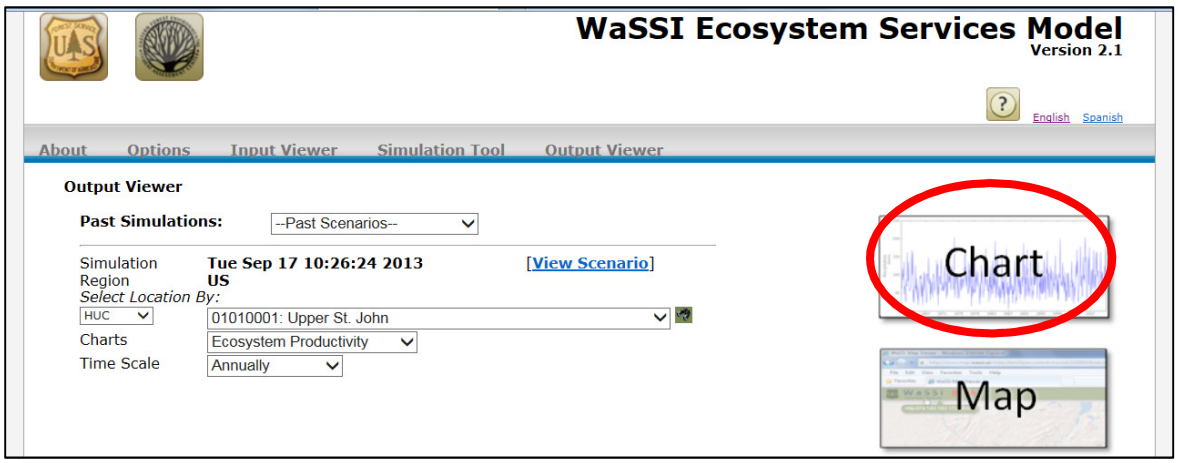
Haga clic en la lista desplegable para acceder las salidas del modelo disponibles y seleccionar la salida deseada relacionada con el balance de agua (Water Balance), el suministro y demanda de agua (Water Supply and Demand) o productividad del ecosistema (Ecosystem Productivity).



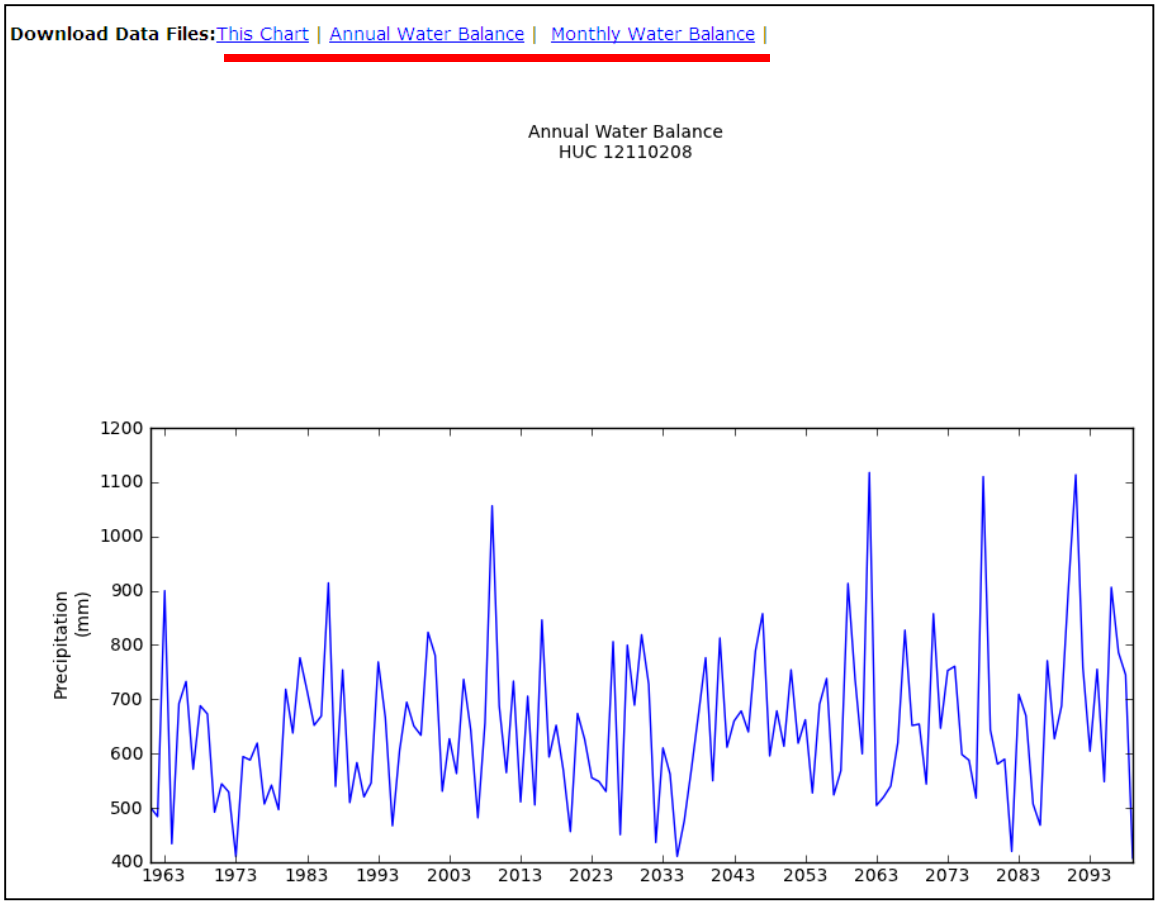
Una vez que la opción de salida se ha seleccionada, seleccione la escala de tiempo deseada usando la lista desplegable *Escala de Tiempo* (Time Scale). Haga clic en la lista desplegable para acceder a las opciones disponibles.



Cuando todas las opciones se han establecido, haga clic en el icono *Gráfico* (Chart) a la derecha para ver las salidas seleccionadas del modelo como gráficos. Si la escala de tiempo *Promedio Anual* (Average Annual) es seleccionada, no se generará ningún gráfico, sin embargo enlaces a archivos de datos de las salidas de promedio anual utilizados para generar los gráficos serán proporcionados. Salidas del gráfico se pueden cambiar volviendo a la lista desplegable *Gráficos* (Charts) y seleccionar una opción de gráfico diferente.



Los datos del gráfico aparecerán en la parte inferior de la página *Visualizador de Salidas* (Output Viewer). El gráfico se puede descargar como un archivo de imagen o los datos de salidas utilizados para generar los gráficos se pueden descargar haciendo clic en los enlaces proporcionados. *Nota.: Algunas de las opciones de gráfico tendrán varios gráficos incluidos,* ***DESPLÁCESE HACIA ABAJO*** *para ver el resto de los gráficos.* Consulte el Apéndice B para una descripción completa de los campos en los archivos de datos de salida.



Un resumen de las selecciones de escenario de simulación definido en la *Herramienta de Simulación* (Simulation Tool) se encuentra por debajo de todos los gráficos.

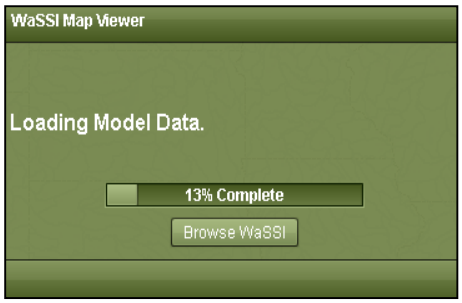
Climate Profile
Region: US
CGCM3-A2 (1961-2099)
Start Year: 2012
End Year: 2020
Precipitation Change: 0%
Temperature : 0C

Land Cover
Forest Land Cover Change: 0%
Forest Converted: Crop
Forest Leaf Area Index Change: 0%

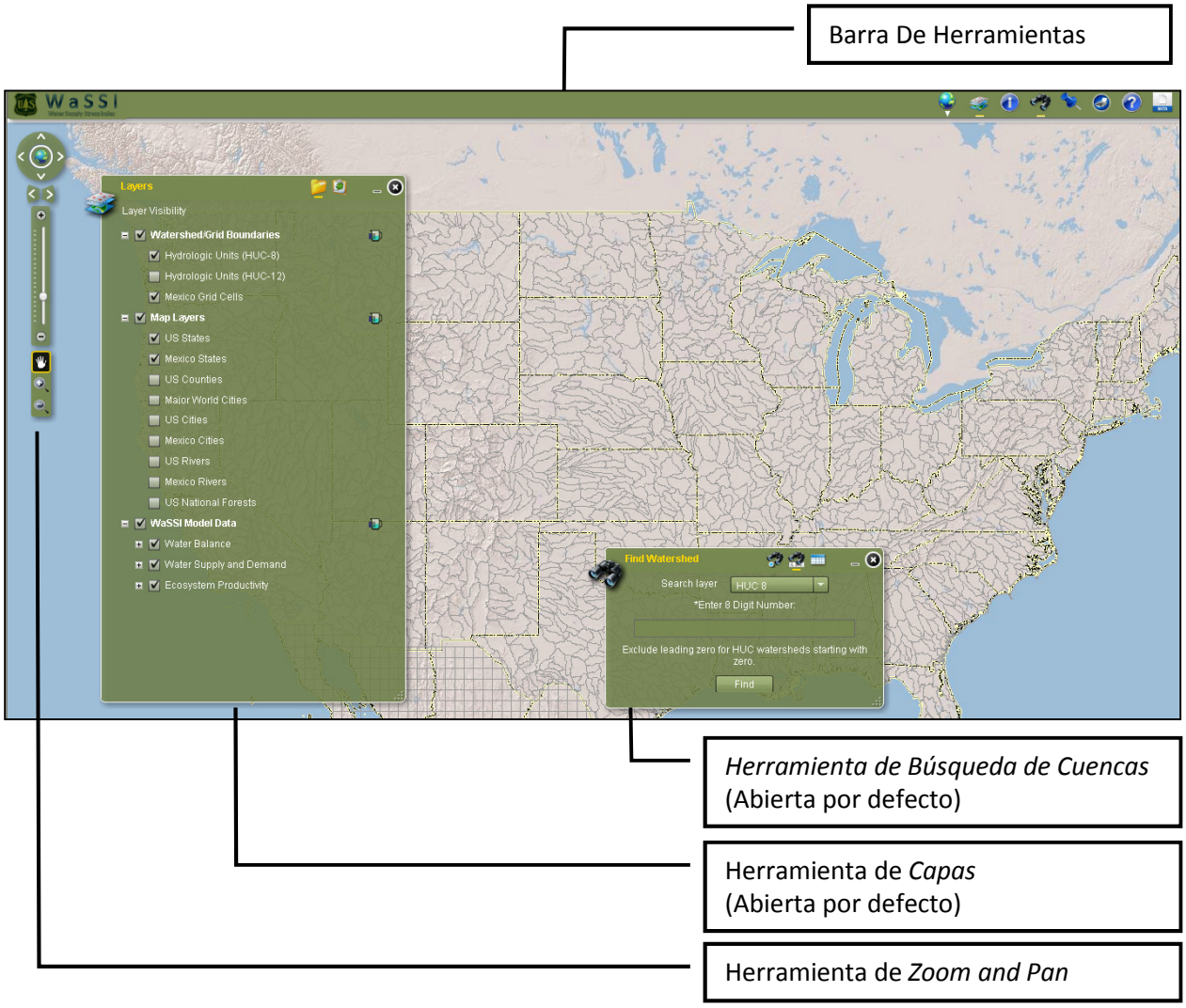
Water Use
Total Ground Water Withdrawl Change: 0%
Use 2005 USGS Domestic Water Use Data
Domestic Water Use Change: 0%
Domestic Water Calc Yr: 2005 USGS Domestic Water Use Data
Population Change from Base Year: 0%
Industrial Water Use Change: 0%
Irrigation Water Use Change: 0%
Livestock Water Use Change: 0%
Mining Water Use Change: 0%
Thermo Water Use Change: 0%
Public Supply Water Use Change: 0%
Aquaculture Water Use Change: 0%

Como Utilizar el Visualizador de Mapa

Cuando el icono *Mapa* (Map) se selecciona en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb,** una ventana de estado aparecerá indicando que los datos del modelo se están cargando. Esto puede tardar varios minutos en completarse. *Nota.: La pantalla* Cargando Datos del Modelo (Loading Model Data) *aparecerá solo después de ejecutar una simulación.*

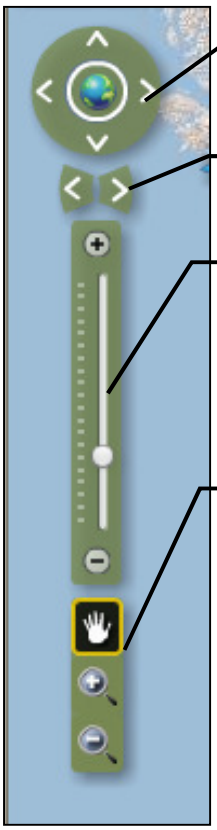


A continuación se mostraran elementos del **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer)**.**



Herramienta de Zoom and Pan (Arrastre)

Para navegar por el mapa utilice la herramienta de *Zoom y Pan* situada a la izquierda.



Puede utilizar las flechas direccionales para desplazarse por el mapa. Haga clic en la dirección deseada para moverse. Para regresar a toda la extensión del mapa, haga clic en el globo en el centro.

Haga clic en estas flechas para navegar a través de grados previamente visitados.

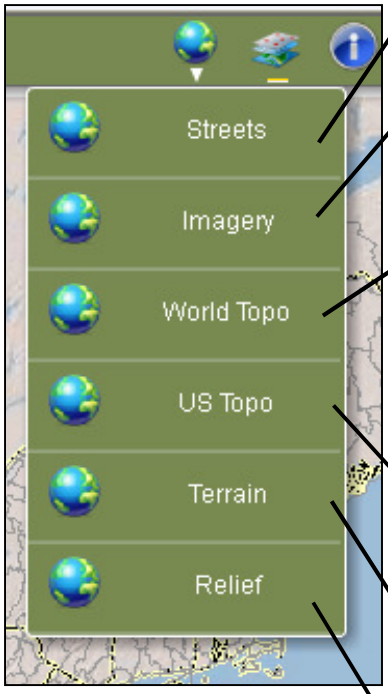
Esta sección permite el acercamiento o alejamiento del mapa. Esto se puede hacer haciendo clic en los iconos "+" o "– ", o haciendo clic y arrastrando el círculo pequeño a lo largo de la escala. El acercamiento y alejamiento también se puede realizar utilizando la rueda de desplazamiento en el ratón (si está disponible).

El mapa también puede ser navegado utilizando el cursor. Cuando el icono de *Mano* (Hand) es seleccionado, el cursor se convierte en una herramienta de panoramización. Desplácese en cualquier dirección haciendo clic y sosteniendo el botón izquierdo del ratón. Haciendo clic en el icono de acercamiento hará que el cursor se convierta en una herramienta de selección. Mueva el cursor al área deseada y dibuje un cuadro alrededor de la región. Esto ampliara la sección del mapa seleccionada. Lo mismo se aplica al icono de alejamiento excepto que se alejara de la zona seleccionada.

Herramienta de Mapas Básicos

Los mapas básicos serán disponibles al hacer clic en el icono *Mapas Básicos* (Base Maps) en la Barra de Herramientas (Tool Bar) del **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer).

Cada opción de mapa cambiara la visualización del mapa.



La vista *Calles* (Streets) muestra los datos a nivel de calle, junto con huellas de edificios para áreas del mundo seleccionadas.

La vista *Imágenes* (Imagery) muestra imágenes de baja resolución para el mundo e imágenes de alta resolución para los EE.UU. y otras áreas seleccionadas del mundo.

La vista *Topografía Mundial* (World Topo) muestra límites administrativos, ciudades, características de agua, características fisiográficas, parques, puntos de referencia (lugares muy conocidos), autopistas, carreteras, ferrocarriles y aeropuertos superpuestos en la cobertura de tierra e imágenes de relieve sombrado para añadir contexto.

La vista *Topografía de EE.UU* (US Topo) muestra imágenes de la cobertura terrestre para el mundo y mapas topográficos detallados para los EE.UU.

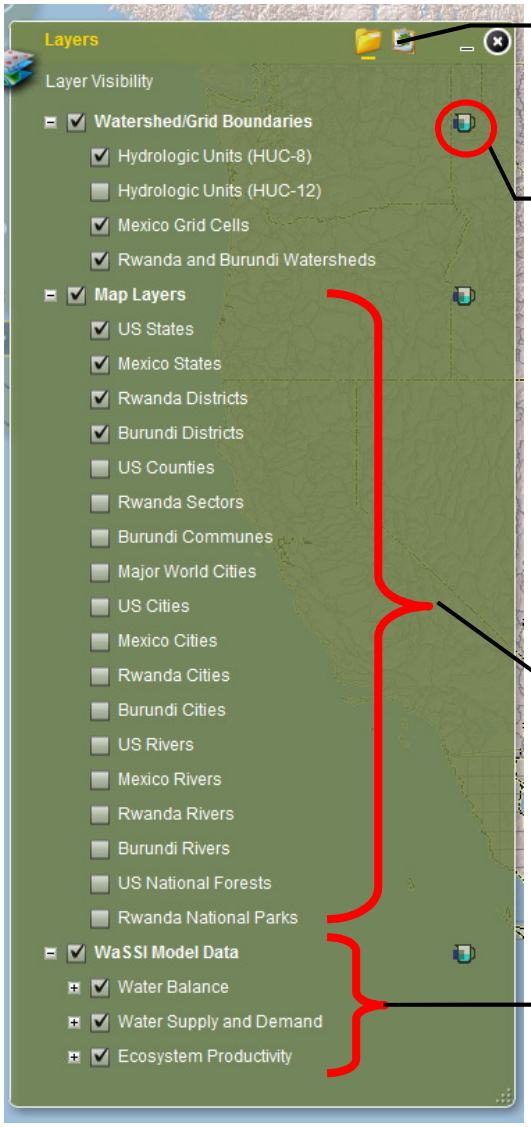
La vista *Terreno* (Terrain) muestra imágenes de relieve sombrado, batimetría y las características de la costa de agua diseñadas para proporcionar un fondo neutral para otras capas de datos.

La vista *Relieve* (Relief) muestra la elevación de la superficie como relieve sombrado.

Herramienta de Capas

La herramienta de *Capas* (Layers) *se* utiliza para mostrar, ocultar y establecer la transparencia de las capas de mapa en el **Visualizador de Mapas WaSSI** (WaSSI Map Viewer)**.** La herramienta de *Capas* (Layers) se abre por defecto, pero puede ser reabierta seleccionando el icono de herramienta de *Capas* (Layers) en la barra de herramientas del **Visualizador de Mapas WaSSI** (WaSSI Map Viewer)**:**

Visibilidad de Capa (Layer Visibility) se ajusta seleccionando o deseleccionando las capas proporcionadas. Esto encenderá o apagará capas en el **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer)**.** La capa superior de un grupo (por ejemplo, Límites de Cuencas Hidrográficas/Celdas Cuadriculadas (Watershed/Grid Boundaries), Capas del Mapa (Map Layers), o Datos del Modelo WaSSI (WaSSI Model Data)) tiene que ser seleccionada para poder ver cualquiera de las capas inferiores en ese grupo.



Haciendo clic en el icono *Leyenda de Mapa* (Map Legend) cambia a una vista con simbología detallada. También incluirá la leyenda para las capas *Datos del Modelo WaSSI* (WaSSI Model Data).

El grupo de *Límites de Cuencas Hidrográficas/ Celdas Cuadriculadas* (Watershed/Grid Boundaries) muestra los contornos de cuencas y cuadrículas y puede ser activado o desactivado marcando la casilla que aparece junto a ellos. La transparencia de estas capas puede ser ajustada haciendo clic en el icono azul. *Nota.: La transparencia de capas también puede ser ajustada para* Capas del Mapa *y capas de* Datos del Modelo WaSSI.

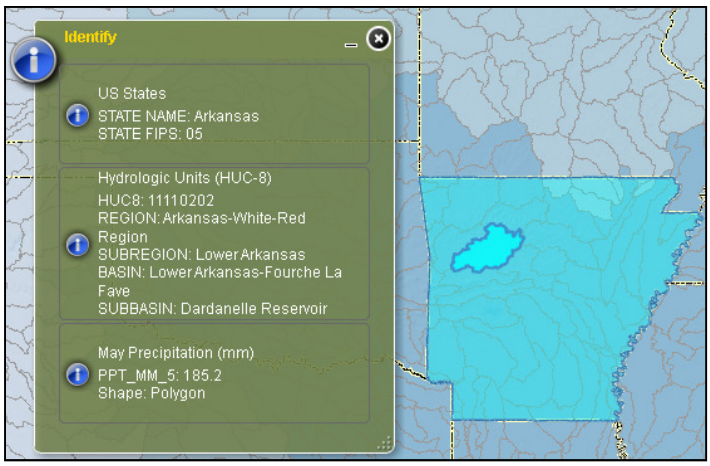
El grupo *Capas del Mapa* (Map Layers) muestra otras características de mapa que pueden ser útiles en combinación con datos del modelo WaSSI. La marcación de una casilla gris seleccionará una capa para hacerse visible.

El grupo *Datos del Modelo WaSSI* (WaSSI Model Data) muestra capas de un escenario de simulación. *Nota.: Datos del Modelo WaSSI son sólo disponibles después de que un escenario de simulación se ha completado.*

Herramienta de Identificación

Haga clic en el icono *Identificar* (Identify) en la barra de herramientas para abrir la herramienta de *Identificación*.

La herramienta *Identificación* (Identify) se utiliza haciendo clic en una ubicación deseada en el mapa con el botón izquierdo del ratón. La herramienta de *Identificación* (Identify) muestra los atributos de las capas del mapa que son activadas en la herramienta de *Capas* (Layers). Para cerrar la pantalla, haga clic en el botón *X* en la esquina superior derecha.



Herramienta de Búsqueda de Cuenca

La herramienta *Búsqueda de Cuenca* (Find Watershed Tool) está abierta por defecto, pero puede ser reabierta seleccionando el icono *Búsqueda de Cuenca* (Find Watershed) en la barra de herramientas del Visualizador de Mapa WaSSI (WaSSI Map Viewer Tool Bar):

La herramienta de *Búsqueda de Cuenca* (Find Watershed) se utiliza para localizar una cuenca hidrográfica o celda cuadriculada para ver las entradas y salidas de una ubicación deseada en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) *y Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb.** Por favor refiérase a la sección de Navegación General del Guía de Usuario para más información acerca del uso de la herramienta de *Búsqueda de Cuenca* (Find Watershed).

Herramienta de Localización

La herramienta *Localizar* (Locate) se puede abrir seleccionando el icono *Localizar* (Locate) en la barra de herramientas del **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer)**:**

La herramienta de *Localizar* (Locate) puede utilizarse para encontrar una ubicación en el **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer)**.** Hay dos maneras de encontrar una ubicación: introducir una dirección de calle (sólo en los EE.UU.) o especificando valores de coordenadas de longitud/latitud. Para utilizar esta herramienta, haga clic en el icono *Localizar* (Locate) en la Barra de Herramientas. *Nota.: Puede ser que tenga que cambiar la opción en* Mapas Básicos (Base Maps) *a la vista de* Calles (Streets) *para ver una ubicación específica.*

La primera opción para localizar un área es mediante su dirección (sólo en los EE.UU.).

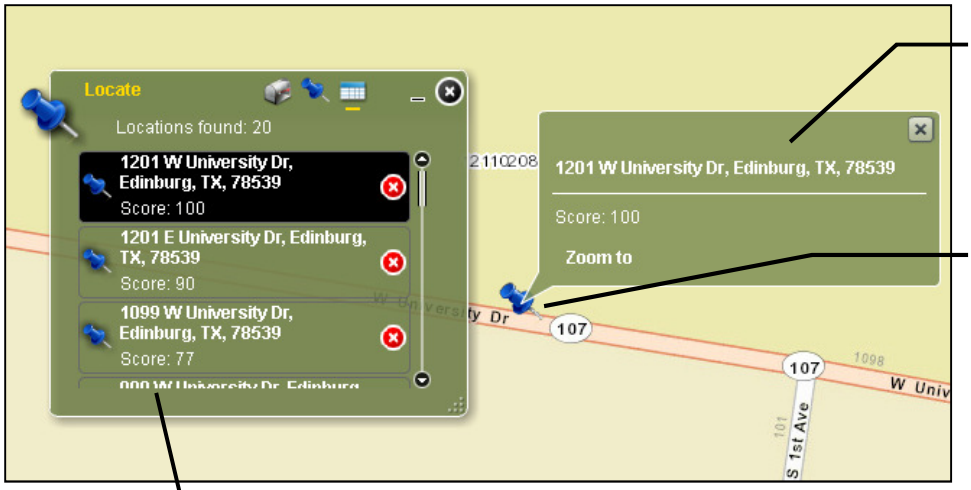
Haga clic en el icono de *Dirección* (Address) para ubicar una dirección específica.

Introduzca una dirección y luego haga clic *Localizar* (Locate) para encontrarla en el visualizador de mapa.

La segunda opción para localizar un área es mediante sus coordenadas en grados decimales (por ejemplo, Longitud (X): -84.3921, Latitud (Y): 33.7532).

Introduzca las coordinadas de longitud y latitud y luego haga clic en *Localizar* (Locate) para encontrar la ubicación en el mapa.

Una vez que el botón *Localizar* (Locate) ha sido seleccionado, la ubicación e información para la área seleccionada aparecerá en el mapa.



Pestaña de *Resultados* (Results).

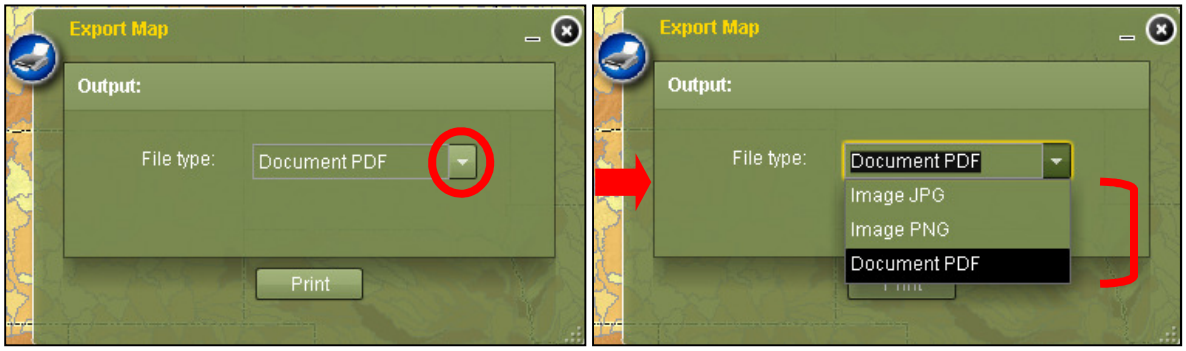
Un símbolo de localización se colocara en el mapa junto con una ventana de información para el registro coincidente.

Los resultados que coinciden con la dirección introducida aparecerán en la pestaña *Resultados* (Results). La dirección con el valor más alto de geo codificación estará en la parte superior. Una puntuación de coincidencia se determina utilizando una dirección para encontrar las coordenadas geográficas asociadas más cercanas. Cuando una ubicación coincide con una puntuación de 100, la pantalla del mapa amplía la imagen de la ubicación. Haga clic en la *X* roja al lado de cada resultado para eliminarlo de la lista.

Herramienta para la Exportación de Mapa

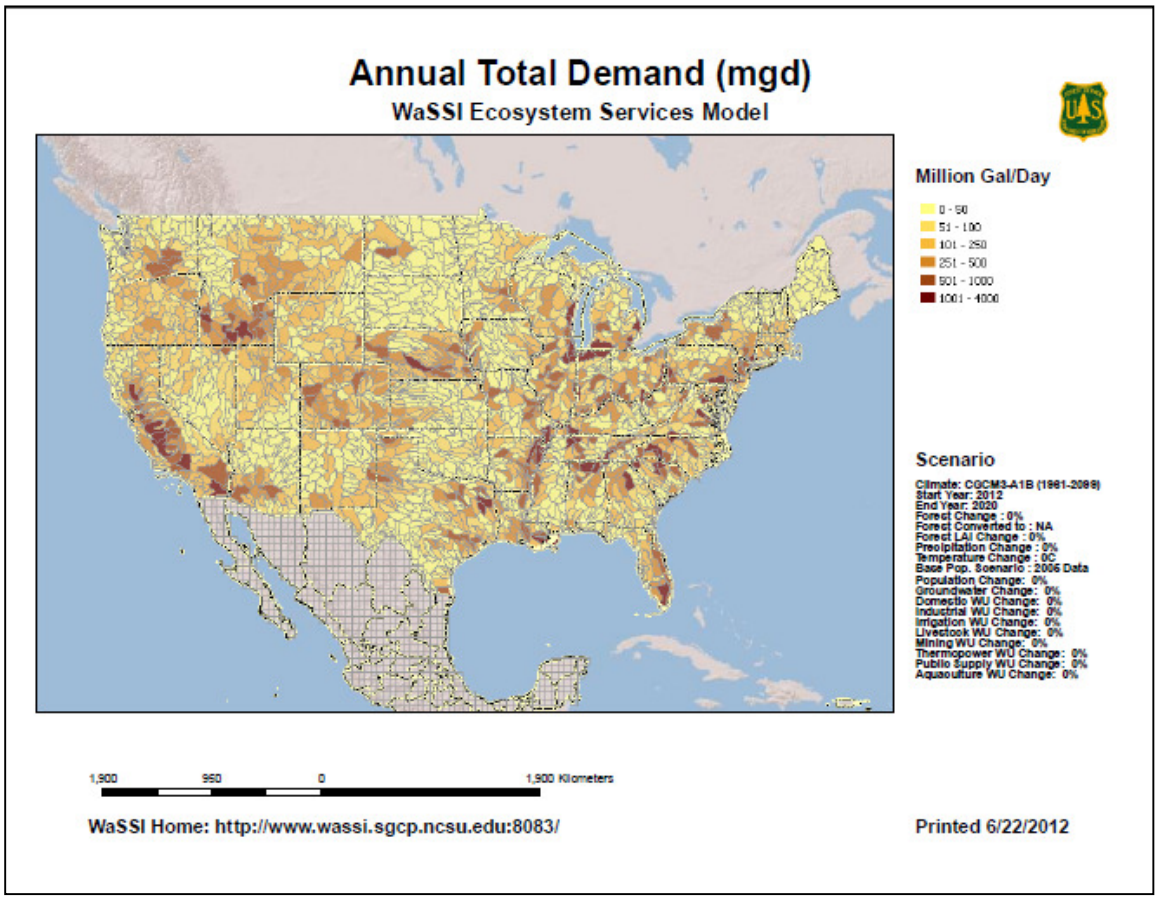
La herramienta de *Exportar Mapa* (Export Map) se puede abrir seleccionando el icono *Exportar Mapa* (Export Map) en la barra de herramientas del **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer):

La herramienta *Exportar Mapa* (Export Map) es utilizada para exportar un mapa (listo para ser utilizado en un informe) de los resultados del modelo mostrados en el **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer). Para exportar un mapa, seleccione el formato de archivo deseado de la lista desplegable.



Una vez que seleccione el formato de archivo, haga clic en el botón *Imprimir* (Print). La exportación del mapa tardara unos minutos, así que por favor sea paciente.

El mapa exportado aparecerá en una nueva ventana. El mapa incluirá un título, una leyenda, los detalles del escenario y la barra de escala. Se podrá guardar o imprimir el mapa desde esta pantalla.



Herramienta de Ayuda

La herramienta de *Ayuda* (Help) ofrece más información sobre las herramientas del **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer). Haga clic en el icono *Ayuda* (Help) en la barra de herramientas del **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer) para abrir la pantalla.

Desplácese por la ventana para encontrar la sección de interés o haga clic en los enlaces proporcionados. Para cerrar la ventana de ayuda, haga clic en a *X* ubicada en la esquina superior derecha de la ventana.

Herramienta de Metadatos

La herramienta de *Metadatos* (Metadata) puede ser abierta hacienda clic en el icono *Metadatos* (Metadata) ubicado en la barra de herramientas del Visualizador de Mapa WaSSI (WaSSI Map Viewer).

La herramienta *Metadatos* (Metadatos) muestra todas las capas que aparecen en el visualizador de mapa. El archivo de metadatos derivado de ArcGIS se puede acceder, imprimir y/o ser guardado haciendo clic en el nombre de la capa. Incluido en cada archivo de metadatos se encontrara resúmenes descriptivos, palabras claves, citaciones, información de referencia espacial, información de atributos, historia de geo-procesamiento e información de distribución/contacto. Metadatos para las capas de salida del modelo WaSSI incluyen soló unidades y resúmenes descriptivos, ya que los resultados del modelo son espacialmente relacionados con cuencas hidrográficas o celdas cuadriculas. Refiérase al Apéndice B para más información sobre las capas de salida del modelo.

Metadata
Metadata
HUC
HUCS 8
HUCS 12
Mexico IRI Grid
Rwanda and Burundi Watersheds
Model Output
Water Balance - Precipitation (mm)
Water Balance - Temperature (degrees C)
Water Balance - Maximum Snow Water Equivalent (mm)
Water Balance - Soil Percent Saturation (%)
Water Balance - Potential Evapotranspiration (mm)
Water Balance - Actual Evapotranspiration (mm)
Water Balance - Runoff (mm)
Water Supply and Demand - Total Demand (mgd)
Water Supply and Demand - Net Demand (mgd)
Water Supply and Demand - Groundwater Supply (mgd)
Water Supply and Demand - Surface Water Supply (mgd)
Water Supply and Demand - Total Supply (mgd)
Water Supply and Demand - Water Supply Stress Index
Ecosystem Productivity - Gross Ecosystem Productivity (gC m2 yr)
Ecosystem Productivity - Net Ecosystem Exchange (gC m2 yr)

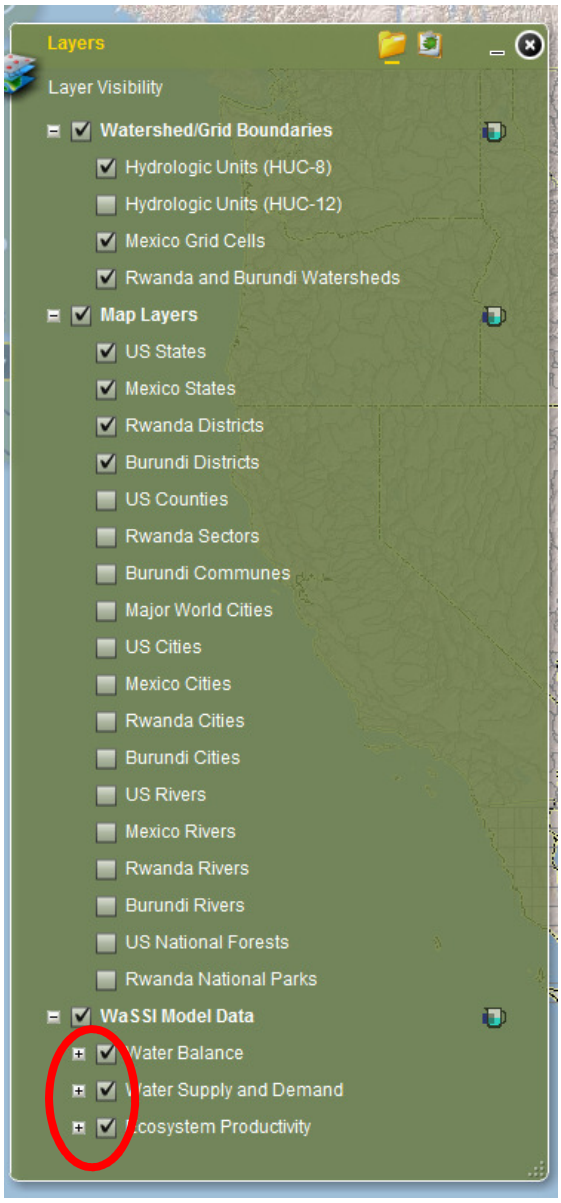
Sobre el Modelo

Haga clic en el icono *Sobre* (About) en la barra de herramientas del **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer) para abrir la ventana.

La ventana *Sobre* (About) mostrará información básica sobre **WaSSIweb** y el **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer), así como información de contacto para los desarrolladores de la aplicación.

Visualización de Salidas del Modelo WaSSI en el Visualizador de Mapa

En la herramienta de *Capas* (Layer) del **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer), hay tres categorías de salidas bajo los *Datos del Modelo WaSSI* (WaSSI Model Data). Estas salidas del modelo son sólo disponibles después de correr una simulación del modelo.



La categoría *Balance Hídrico* (Water Balance) muestra resultados para las entradas o salidas del modelo que impactan o describen el balance hídrico, incluyendo temperatura (temperatura), precipitación (precipitation), el equivalente del agua de nieve (snow water equivalent), saturación del suelo soil saturation), evapotranspiración potencial (potential evapotranspiration), evapotranspiración actual (actual evaportranspiration) y escurrimiento (runoff).

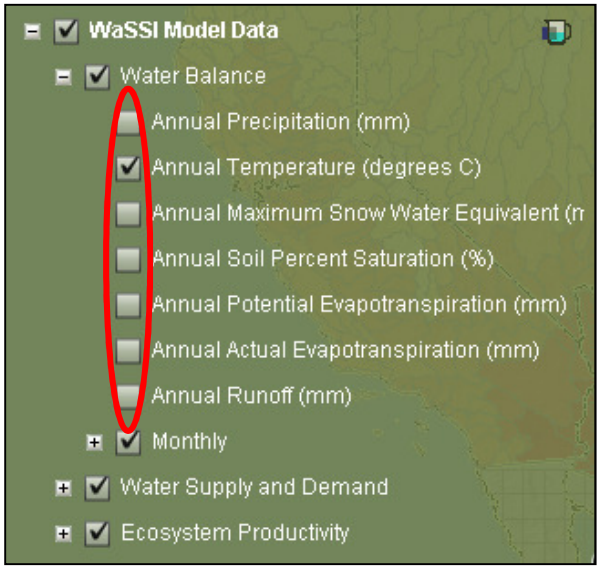
La categoría *Suministro y Demanda de Agua* (Water Supply and Demand) (sólo para los EE.UU.) muestra resultados para la demanda de agua total (total water demand), demanda neta de agua (net water

demand), suministro de agua subterránea (groundwater supply), suministro de aguas superficiales (surface water supply), suministro total de agua (total water supply), y el índice de estrés hídrico (water stress index).

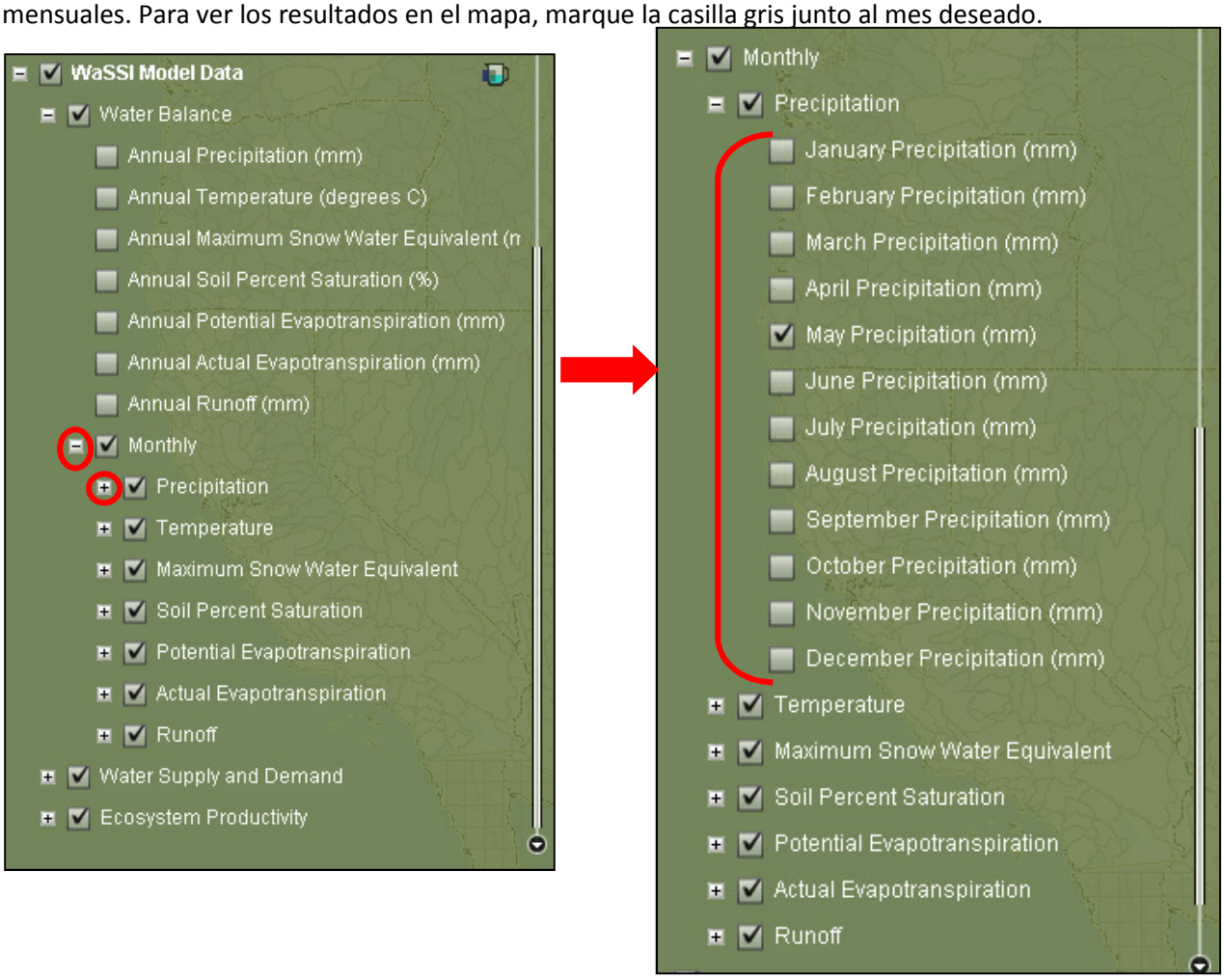
La categoría *Productividad del Ecosistema* (Ecosystem Productivity) muestra resultados para el intercambio de carbono como la productividad bruta del ecosistema (gross ecosystem productivity) y el intercambio neto del ecosistema (net ecosystem exchange).

Cada salida del modelo puede ser mostrada como las medias anuales (annual average) o las medias mensuales (monthly) de la salida, basadas en calculaciones del modelo para el escenario definido en la *Herramienta de Simulación* (Simulation Tool) en **WaSSIweb** y promediadas sobre el periodo de tiempo seleccionado. Para ver estos datos en el mapa, marque la casilla gris junto al parámetro deseado. *Atte.: Varias capas pueden ser activadas a la misma vez, pero solo será capaz de ver una a la vez. Si varias salidas del modelo son marcadas, soló la salida del modelo superior en la lista se mostrará (por ejemplo, precipitación se mostrara si tanto la precipitación y temperatura son marcadas).*

Las salidas medias anuales del modelo sobre el periodo de tiempo seleccionado pueden ser vistas seleccionando la capa deseada de salida *Anual* (Annual)*:*



Salidas medias mensuales del modelo sobre el periodo de tiempo seleccionado pueden ser vistas expandiendo la opción *Mensual* (Monthly) para acceder a una nueva lista de los mismos parámetros. Luego haga clic en el icono colapsable junto al parámetro deseado para acceder los resultados mensuales. Para ver los resultados en el mapa, marque la casilla gris junto al mes deseado.



Uso Apropiado

Predicciones WaSSI de agua y carbono son sujetas a incertidumbres similares asociadas con todos los modelos del ecosistema, incluyendo incertidumbres en datos de entrada, en la representación de los procesos físicos que gobiernan el balance hídrico de cuencas y productividad del ecosistema, e incertidumbres en cómo la gente utiliza y manipula los recursos de agua a escala continental. WaSSI está diseñado para proporcionar evaluaciones de impacto del cambio global en gran escala utilizando datos disponibles obtenidos utilizando metodologías consistentes a través de regiones amplias (por ejemplo, uso de agua y flujo de retorno). Como resultado, resultados del modelo a escala local (por ejemplo, cuenca hidrográfica de HUC8) pueden variar de las condiciones actuales y usuarios deberán tener en cuenta esta incertidumbre al interpretar los resultados de su cuenca de interés. Usuarios de WaSSI tienen la capacidad de evaluar un número ilimitado de escenarios de clima, uso de tierra y uso de agua, y al final son responsables de determinar si los escenarios definidos son reales o no. Para evaluar los impactos de escenarios climáticos futuros, los usuarios son alentados a considerar varios modelos de circulación general y combinaciones de escenarios de emisión para cubrir una variedad de impactos posibles. Se recomienda que usuarios lean la documentación WaSSI revisada por expertos para más información sobre suposiciones y limitaciones del modelo.

Reconocimientos

Esta aplicación web fue desarrollada a través de apoyo financiero del Eatern Forest Environmental Threat Assesment Center y los USDA Forest Service International Programs. Ayuda para la programación de **WaSSIweb** fue proporcionada por Praecipio Consulting y para el **Visualizador de Mapa WaSSI** por el Departamento de Ciencias Marinas, Terrestres y Atmosféricas de North Carolina State University como parte del National Science Foundation grant Decadal and Regional Climate Prediction utilizando modelos de sistemas terrestres (EaSM), solicitud de programa NSF 10-554 (Premio no. 1049200). Muchas gracias a Catalina Segura para ayudar en la traducción de documentos al español.

Página de Referencias

Alcamo, J., Döll, P., Henrichs, T., Kaspar, F, Lehner, B., Rösch, T., Siebert, S., 2003, Global estimates of water withdrawals and availability under current and future "business-as-usual" conditions, Hydrol. Sci. J., 48, 339–348.

Bates, B. C., Kundzewicz, Z. W.,Wu,S., and Palutikof,J. P. (Eds.), 2008, Climate Change and Water, Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva.

Beer, C., and 23 others, 2010, Terrestrial gross carbon dioxide uptake: Global distribution and covariation with climate, Science 329:834–838.

Caldwell, P.V., Sun, G., McNulty, S.G., Cohen, E.C., and Moore Myers, J.A., 2011, Modeling Impacts of Environmental Change on Ecosystem Services across the Conterminous United States, in Medley, C.N., Patterson, Glenn, and Parker, M.J. (eds) Observing, studying, and managing for change: Proceedings of the Fourth Interagency Conference on Research in the Watersheds: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2011:5169, 202 p.

Caldwell, P. V., Sun, G., McNulty, S. G., Cohen, E. C., and Moore Myers, J. A., 2012, Impacts of impervious cover, water withdrawals, and climate change on river flows in the Conterminous US, Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss. 9:4263-4304.

Carlisle, D. M., Wolock,D. M., and Meador,M. R., 2010, Alteration of streamflow magnitudes, and potential ecological consequences: A multiregional assessment, Front. Ecol. Environ.,doi:10.1890/100053.

Law, B.E., and 32 others, 2002, Environmental controls over carbon dioxide and water vapor exchange of terrestrial vegetation, Agricultural and Forest Meteorology 113:97–120.

Nemani, R.R., Keeling,C.D., Hashimoto,H., Jolly,W.M., Piper,S.C., Tucker,C.J., Myneni,R.B., and Running,S.W., 2003, Climate-driven increases in global terrestrial net primary production from 1982 to 1999, Science 300:1560–1563.

Sun, G., S. G. McNulty, J. A. Moore Myers, and E. C. Cohen (2008), Impacts of multiple stresses on water demand and supply across the southeastern United States, J. Am. Water Resour. Assoc., 44, 1441–1457, doi:10.1111/j.1752-1688.2008.00250.x.

Sun G., Caldwell,P., Noormets,A., Cohen,E., McNulty,S., Treasure,E., Domec,J. C., Mu,Q., Xiao,J., John,R., and Chen,J., 2011, Upscaling key ecosystem functions across the conterminous United States by a water-centric ecosystem model, J. Geophys. Res., 116, G00J05.

Vörösmarty, C. J., Lettenmaier,D., Leveque,C., Meybeck,M., Pahl-Wostl,C., Alcamo,J., Cosgrove,H., Grassl,H., Hoff,H., and Kabat,P., 2004, Humans transforming the global water system, Eos Trans. AGU, 85(48), 509.

Watershed Boundary Dataset: http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/water/watersheds/dataset, Accessed: September 1, 2009.

UNAM, UNAM gridded monthly Version Released May 2007: Cressman analysis of monthly precipitation, and maximum and minimum temperature for Mexico and surroundings based upon CLICOM daily station data, GHCN Version 2 monthly station data, and University of East Anglia Climate Research Unit (CRU) monthly gridded data as the "first guess" for the Cressman analysis, from the Centro de Ciencias de la Atmósfera. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.UNAM/.gridded/.monthly/.v0705/. (accessed July 2010).

Apéndice A: Descripción detallada de módulos de WaSSI

Módulo de Balance Hídrico

El módulo de balance hídrico de WaSSI calcula el balance hídrico independientemente para cada una de las clases de cubierta de tierra en cada cuenca hidrográfica o celda cuadriculada. Sun et al. (2011a, b) y Caldwell et al. (2011, 2012) proporcionan más información relacionada con el desarrollo y aplicación del modelo del balance hídrico de WaSSI.

Evapotranspiración, infiltración, almacenaje de suelo, acumulación de nieve y fusión, escorrentía superficial y procesos de flujo base se contabilizan dentro de cada cuenca (Figura 1). Las entradas requeridas para cada cuenca hidrográfica o celda cuadriculada incluyen precipitación mensual (PPT), temperatura (T), promedio mensual del índice de área foliar (LAI o IAF) para cada clase de cubierta de tierra, distribución de cubierta de tierra, fracción de cubierta impermeable de la cubierta terrestre y propiedades del suelo. Varias de estas entradas pueden ser ajustadas utilizando la *Herramienta de Simulación* (Simulation Tool) *de* **WaSSIweb.**

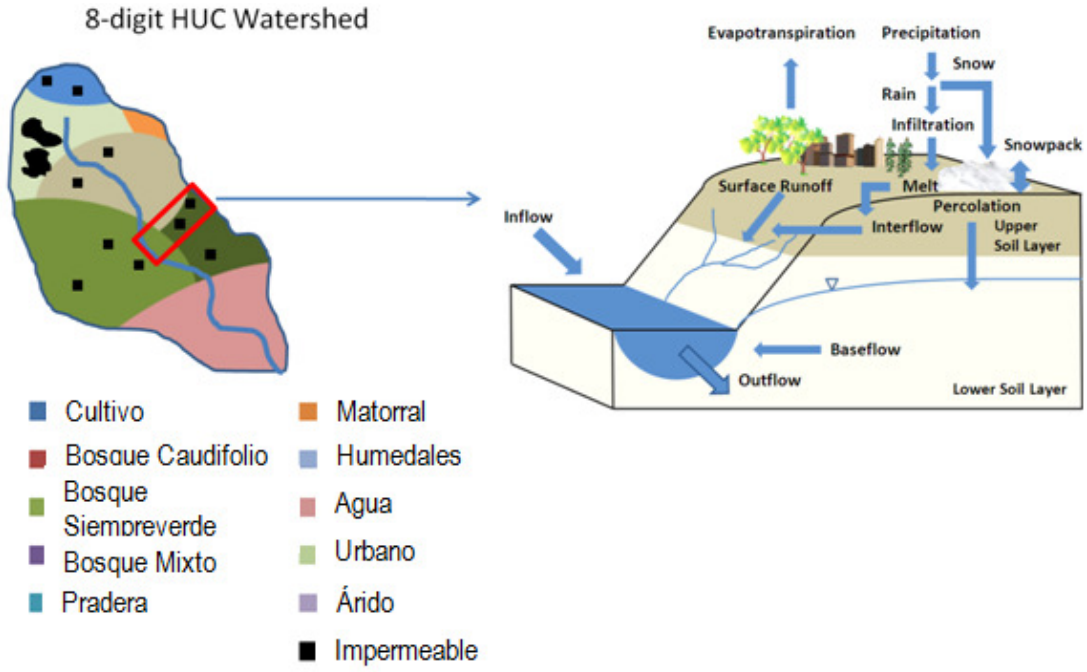


Figura 1. Clases de la cobertura terrestre y procesos hidrológicos simulados por WaSSI.

Existen varios componentes individuales del módulo de balance hídrico de WaSSI que son individualmente calculados y que interactúan para crear un balance hídrico completo. Cada componente se describirá de forma individual.

Acumulación de nieve y fusión

Precipitación (PPT) se reparte en lluvia y nieve según al modelo conceptual simple de nieve de McCabe y Wolock (1999) como se describe en McCabe y Markstrom (2007). La cantidad de PPT que cae en forma de nieve (PPT_{snow}) es calculada como:

$$PPT_{snow} = PPT \times \left(\frac{T_{rain} - T}{T_{rain} - T_{snow}} \right)$$

Donde:

T = temperatura media del aire durante el mes
T_{rain} = temperatura sobre cual toda la PPT cae como lluvia
T_{snow} = temperatura debajo de la cual toda la PPT cae como nieve

La PPT_{snow} se acumula en la superficie de la tierra como el equivalente del agua de nieve (SWE). La fracción de SWE que se derrite a un paso de tiempo del modelo (SMF) se calcula como:

$$SMF = \left(\frac{T - T_{snow}}{T_{rain} - T_{snow}} \right) \times M$$

Donde:

M = velocidad de fusión máxima

Los parámetros del modelo de agua de nieve regional T_{rain}, T_{snow}, y M fueron estimados para cada Región de Recursos de Agua (WRR) de USGS, o HUC2 comparando el promedio regional mensual previsto de SWE a técnicas de teledetección de SWE del Snow Data Assimilation System (SNODAS, National Operational Hydrologic Remote Sensing Center, 2004).

Evapotranspiración

Una estimación inicial de evapotranspiración (ET_{est}) se calcula como una función de ET potencial usando el método de Hamon (PET_{hamon}), PPT y el índice de área foliar (LAI) basada en relaciones empíricas derivadas de medidas de covarianza turbulenta de múltiples sitios (Sun et al. 2011 a, b). La ET_{est} es calculada explícitamente para cada clase de cobertura terrestre dentro de cada cuenca hidrográfica o celda cuadriculada y después es limitada por la humedad del suelo, como se describe más adelante. Se requiere dos modelos para capturar la distribución del espacio de ET_{est} debido a diferencias en la relación entre ET y PET_{hamon}, PPT y IAF a través de eco-regiones diversas de los EE.UU. (Sun et al. 2011b). Para las cuencas de código de unidad hidrológica (HUC) ubicadas en el noreste y medio oeste de los EE.UU. con más de 20% de cubierta forestal, la ET_{est} para la cobertura terrestre i es calculada como:

$$E_{est_i} = 0.4 \times PET_{hamon} + 7.87 \times LAI_i + 0.00169 \times PPT \times PET_{hamon}$$

Para el resto de las cuencas hidrográficas de código de unidad hidrológica (HUC) en los EE.UU. o celdas cuadriculadas en México, la ET_{est} para la cobertura terrestre i es calculada como:

$$ET_{est_i} = 0.174 \times PPT + 0.502 \times PET_{hamon} + 5.31 \times LAI_i + 0.0222 \times PET_{hamon} \times LAI_i$$

Donde:

IAF_i= índice de área foliar mensual para la cubierta terrestre *i*

Unidades para ET_{est}, PPT y PET_{hamon} en las ecuaciones anteriores son mm, IAF es m^2 m^{-2} o se queda sin unidades. PET_{hamon} es calculado utilizando métodos de Hamon (1963) como:

$$PET_{hamon} = 0.1651 \times n \times K \times \rho_w$$

Donde:

N = número de días en el mes
K = duración del día (unidades de 12 horas)
ρ_w = densidad de presión de vapor saturado a la temperatura media del aire del (g m^{-3})

La duración del día (K) se calcula como:

$$K = 2 \times \frac{\omega_s}{\pi}$$

Donde:

ω_s = ángulo de la hora de puesta de sol, calculado como:

$$\omega_s = \cos^{-1}(-\tan(L) \times \tan(\delta))$$

Dónde:

L = latitud de la cuenca o celda cudriculada centroide (radianes)

δ = ángulo de declinación solar para el día Juliano a mediados de mes (radianes), calculado como:

$$\delta = 0.4093 \times \sin\left(\frac{2 \times \pi \times J}{365} - 1.405\right)$$

Dónde:

J = la fecha Juliana para el día a mediados de mes

La densidad de la presión de vapor saturado (ρ_w) es calculada como:

$$\rho_w = 216.7 \times \frac{e}{TEMP + 273.3}$$

Donde:

TEMP = temperatura media del aire del mes (°C)

e = presión de vapor saturado a la temperatura media del aire para el mes (mb), calculada como:

$$e = 6.108 \times EXP\left(17.2693882 \times \frac{TEMP}{TEMP + 237.3}\right)$$

Infiltración, humedad del suelo, escorrentía superficial y flujo base

Procesos de infiltración, escorrentía superficial, humedad del suelo y flujos base para cada clase de cubierta terrestre de cuenca de código de unidad hidrológica (HUC) se calculan utilizando algoritmos del Sacramento Soil Moisture Accounting Model (SAC-SMA, Burnash et al. 1973, Burnash 1995). Una descripción detallada del algoritmo SAC-SMA puede encontrarse en (Burnash 1995) and Koren et al. (2003) y su resumen en este documento.

El perfil del suelo se divide en una capa superior relativamente delgada y por lo general una capa inferior mucho más gruesa que suministra la humedad para satisfacer las demandas de evapotranspiración (Figura 2). Cada capa consiste de almacenamientos de agua de tensión (por ejemplo, entre las tensiones de agua del suelo de la capacidad de campo y el punto de marchitamiento de la planta) y depósitos de agua libre (por ejemplo, tensión de agua del suelo superior a la capacidad de campo) que interactúan para generar escorrentía superficial, movimiento lateral de agua de la capa superior del suelo a la corriente (inter-flujo), filtración de la capa superior del suelo a la capa inferior del suelo y el movimiento lateral del agua de la capa inferior del suelo a la corriente (flujo base). El depósito de agua libre de la capa inferior se divide entre dos sub-depósitos: el LZFSM que controla el flujo base suplementario (rápido) y la LZFPM que controla el flujo primario (lento) de agua subterránea.

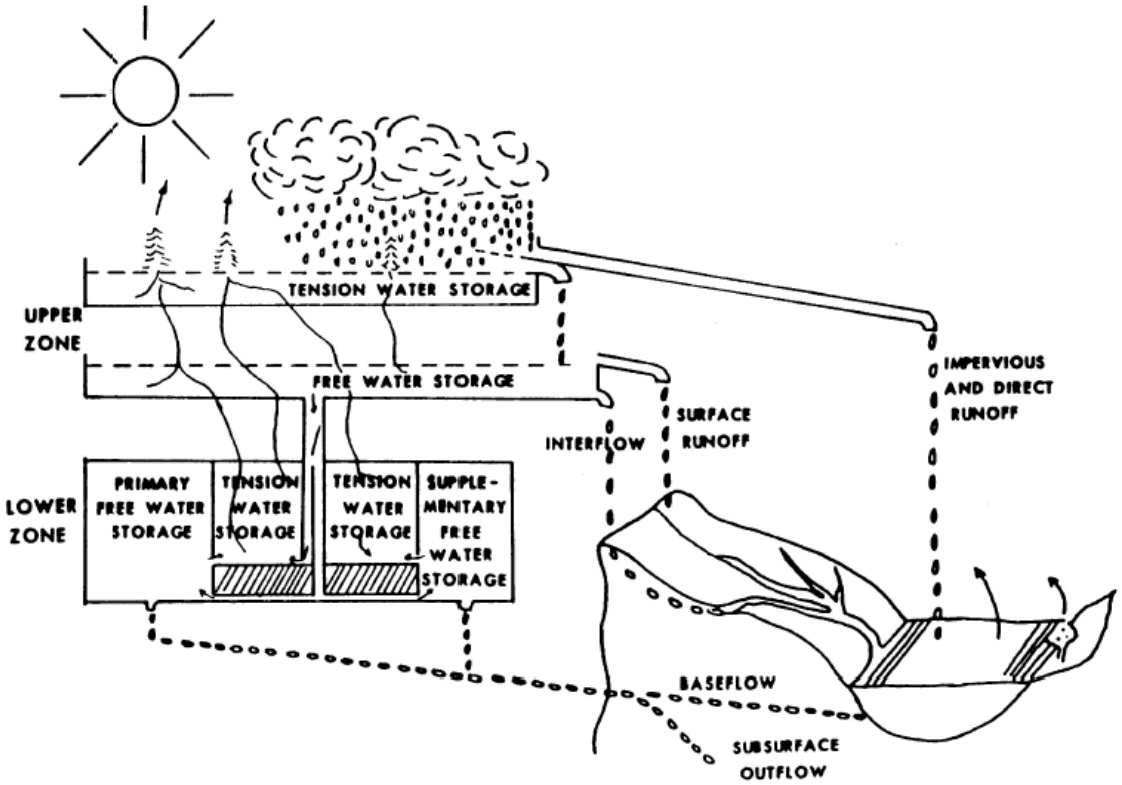


Figura 2. Esquema conceptual del Sacramento Soil Moisture Accounting Model de depósitos y flujos de tierra (de Burnash 1995).

La división de la lluvia en escorrentía superficial e infiltración se ve limitada por las condiciones de humedad de la capa superior de la tierra y el potencial de filtración de la capa inferior. Escorrentía superficial no ocurre antes de que la capacidad de agua de tensión de la capa superior, UZTWM, se llene. Después de eso, la generación de escorrentía superficial es controlada por el contenido del depósito de agua libre de la capa superior, UZFWM, y la deficiencia de agua de tensión de la capa inferior, LZTWM, y depósitos de agua libre LZFPM y LZFSM. Cada reserva de agua libre puede generar escorrentía en función de un coeficiente de agotamiento de la reserva, específicamente el coeficiente UZK para la capa superior, y LZSK y LZPK para los depósitos de agua suplementaria y libre de la capa inferior, respectivamente. La velocidad de infiltración a la capa inferior es una función no lineal de la saturación de la reserva de la capa inferior y la reserva de agua libre de la capa superior, calculada utilizando los parámetros ZPERC y REXP. El agua filtrada en la capa inferior se divide entre tres depósitos en la capa. El parámetro PFREE se utiliza para expresar la partida fraccional de agua filtrada entre depósitos de agua de tensión y agua libre de la capa inferior. Pérdidas de agua subterránea profunda se consideran insignificantes y se asumen que son cero.

El ET_{est} es comparado al almacenamiento de agua del suelo para calcular la ET real (Actual Evapotranspiraction - AET). La demanda de ET primero es suministrada por la capa superior de agua de tensión en función de la relación entre el contenido de la capa superior de agua de tensión y la capacidad de la capa superior de agua de tensión (UZTWM). Si la demanda de ET no se cumple por la capa superior de agua de tensión, agua adicional es suministrada por la capa inferior de agua de tensión en función de la relación entre el contenido de la capa inferior de agua de tensión y la suma de la capacidad superior e inferior de agua de tensión (UZTWM y LZTWM) hasta que la demanda de ET sea cumplida o hasta que la humedad del suelo disponible se agote.

Atte.: La precipitación total mensual puede artificialmente exceder la capacidad de almacenamiento del suelo en meces de alta precipitación cuando se aplica a un modelo a paso de tiempo. Esto puede causar una sobre-predicción en escorrentía superficial en meces de alta precipitación y una predicción baja de flujo base en los meces siguientes. En realidad, la precipitación total mensual ocurre a lo largo de varios días en el mes, permitiendo que ocurra más infiltración porque el agua del suelo es continuamente retirada por ET y procesos de flujo base mientras se agrega como infiltración. Este problema se resuelve dividiendo el paso mensual en pequeños incrementos en función de la cantidad de infiltración disponible en exceso del almacenamiento de agua de tensión de la capa superior del suelo disponible.

Todos los componentes del balance hídrico son calculados independientemente para cada clase de la cobertura terrestre dentro de cada cuenca HUC o celda de la cuadrícula y se acumulan como un promedio a base de área para estimar los totales para la cuenca o celda de la cuadrícula. Para la fracción impermeable de cuenca (solo para los EE.UU.), almacenamiento y ET se suponen que son insignificantes, por lo que toda la precipitación que cae en la porción impermeable de la cuenca para un mes determinado se supone que genera escorrentía superficial en el mismo mes y se dirige directamente a la salida de la cuenca.

Módulo de la Productividad del Ecosistema

El módulo de productividad del ecosistema calcula las dinámicas de carbono entre ecosistemas terrestres y la atmosfera. Sun et al. (2011b) proporciona más información relacionada con el desarrollo y aplicación del modelo de la productividad del ecosistema de WaSSI.

La secuestración de carbono, o el intercambio neto del ecosistema (Net Ecosystem Exchange - NEE), es la diferencia entre la respiración del ecosistema (Respiration - Re) de bacteria autótrofa y heterótrofa y la productividad bruta del ecosistema (Gross Ecosystem Productivity - GEP), o asimilación fotosintética del carbono por follaje:

$$NEE = GEP - Re$$

Cuando el NEE de un ecosistema es negativo, el ecosistema es un sumidero neto de carbono y carbono es secuestrado de la atmósfera. Cuando el NEE es positivo, el ecosistema es una fuente neta de carbono y el dióxido de carbono es liberado a la atmósfera. El uso de agua del ecosistema, o evapotranspiración (ET), es sumamente relacionado con la productividad del ecosistema (Law et al. 2002, Sun et al. 2011 b) y así puede utilizarse para estimar la productividad del ecosistema.

La GEP, RE, y el NEE del ecosistema (en unidades de g Carbono $m^{-2}mo^{-1}$) se calculan utilizando evapotranspiración real (AET) del modelo del balance hídrico de WaSSI (refiérase a la sección 2.2). Los parámetros de la eficiencia del uso de agua (Tabla 2) se derivaron de flujos de carbono y medidadas de agua al nivel de sitio para una variedad de tipos de cobertura terrestre supervisados por el sistema FLUXNET de las torres de covarianza turbulenta (Sun et al. 2011 b).

La GEP del ecosistema se calcula como:

$$GEP = a \times AET$$

Donde:

a = eficiencia del uso de agua del ecosistema (g Carbono $m^{-2}mo^{-1}$por mm de agua utilizada)

Re del ecosistema se calcula como:

$$Re = m + n \times GEP$$

Dónde m y n son coeficientes de regresión. Si el promedio mensual de TEMP es menos de -1.0 °C, GEP y Re se suponen que son cero.

Tabla 2. Parámetros del modelo para la estimación de GEP en función de la AET, y la Re en función de GEP, después de Sun et al. (2011 b).

Clase de cobertura terrestre	a	m	n
Cultivo	3.13	40.6	0.43
Caducifolio	3.20	30.8	0.45
Siempreverde	2.46	9.9	0.69

Bosque mixto	2.74	24.4	0.62
Pradera	2.12	18.9	0.64
Matorral	1.35	9.7	0.56
Humedales (Solo en los EE.UU.)	2.74	24.4	0.62
Aguas abiertas (Solo en los EE.UU.)	n/a	n/a	n/a
Urbano (Solo en los EE.UU.)	1.35	9.7	0.56
Árido (Solo en los EE.UU.)	1.35	9.7	0.56
Sabana (Solo en Méx.)	1.26	25.2	0.53
Agua/Urbano/Árido (Solo en Méx.)	1.53	9.7	0.56

Todos los flujos de carbono son calculados independientemente para cada clase de cobertura terrestre dentro de cada cuenca HUC o celda cuadricula y son acumulados para la estimación de los totales para la cuenca o celda cuadricula. La fracción impermeable de cada cubierta terrestre se asume no tener flujo de carbono, por lo cual GEP y Re se asumen que son cero para estas áreas.

Módulo del Suministro y Demanda de Agua

El módulo WaSSI del suministro y demanda de agua está disponible solo para los EE.UU. Este módulo realiza tres funciones: (1) Calcula el total mensual de la demanda de agua, retiros de aguas subterráneas, y caudal de retorno a través de los sectores domésticos, industriales, generación de energía, irrigación, ganado, minería, suministro público, y de acuicultura en cada cuenca a base de las estimaciones anuales del US Geological Survey (USGS) 2005 al nivel de condado (Kenny et al. 2009, Solley et al. 1998) y el escenario de simulación creado en la *Herramienta de Simulación* (Simulation Tool) de **WaSSIweb;** (2) Acumula y dirige la producción de agua generada en cada cuenca HUC a través de la red fluvial a un paso de tiempo mensual, restando el uso consuntivo (retiros menos caudales de retorno) de los flujos fluviales en las salidas de la cuenca; y (3) Calcular el valor del Índice de Estrés del Suministro de Agua (Water Supply Stress Index), o WaSSI, para cada cuenca a un paso de tiempo mensual. Sun et al. (2008), Caldwell et al. (2011), y Caldwell et al. (2012) proporcionan más información sobre el desarrollo y aplicación del modelo de suministro y demanda de agua de WaSSI.

Demanda de Agua Mensual

Los retiros anuales totales y retiros de agua subterránea para cada sector de uso de agua son desagregados a la escala mensual para que así puedan ser utilizados para calcular el uso consuntivo mensual y el estrés del suministro de agua. Los retiros anuales para los sectores de industria, ganado, minería, y acuicultura son divididos uniformemente a través de los doce meses. Los retiros anuales para los sectores domésticos, de irrigación, generación de energía, y de suministro público son desagregados utilizando funciones del uso de agua específica a la región de la forma:

$$M_{frac} = a \times m^3 + b \times m^2 + c \times m + d$$

Donde:

M_{frac} = fracción de retiros anuales aplicados al mes *m*
m = valor numérico del mes del 1-12 (por ejemplo, Enero m=1, Febrero m=2, etc.)

a,b,c,d son coeficientes de regresión derivados de los datos de uso de agua coleccionados al nivel estatal de cada Región de Recursos de Agua (USGS) del USGS, o HUC2.

Acumulación de Flujo y Enrutamiento

La conectividad y acumulación de flujo de la red fluvial de la cuenca HUC de ocho dígitos se estima por la superposición de las líneas de flujo del National Hydrography Dataset (NHD; National Hydrography Dataset 2010) sobre los límites de la cuenca de HUC de ocho dígitos del Watershed Boundary Dataset (WBD; Watershed Boundary Dataset 2010) (Figura 3). No se incluye transferencias entre cuencas (por ejemplo, canales, acueductos, oleoductos, etc.) o depósitos de almacenamiento de agua en la red fluvial porque estas características no son completamente representadas en el NHD y sus flujos son altamente gestionados con pocos datos disponibles a la escala de los EE.UU.

Figura 3. Red fluvial (líneas azules) conectando cuencas de HUC de ocho dígitos de los EE.UU. contiguos.

Cabeceras de cuencas hidrográficas (verde) no tienen cuencas aguas arriba drenando en ellas pero se desembocan en cuencas rio abajo. Cuencas con flujo a través de ellas (café) tienen cuencas aguas arriba contribuyendo al flujo en la salida de la cuenca. Cuencas aisladas (blanco) no tienen salida o drenan directamente al océano o frontera internacional.

Para cada mes de una simulación, calculaciones de acumulación de flujo y enrutamiento son realizadas en orden de la cuenca más a las menos aguas arriba del océano o frontera nacional. En cada cuenca, uso consuntivo de agua que se lleva a cabo en esa cuenca es restado del flujo enrutado a la cuenca de rio abajo siguiente. Cada cuenca tiene una salida pero puede tener más de una o ninguna cuenca que se desemboca en ella. El flujo de cualquier cuenca (Q_{out}) se calcula como:

$$Q_{out} = \sum Q_{in} + Y - \sum CU$$

Donde:

ΣQ_{in} = la suma de todos los flujos de cuencas aguas arriba, se existen
Y = producción de agua generada en la cuenca
ΣCU = la suma del uso consuntivo a través de todos los sectores de uso de agua en la cuenca

La suma del uso consuntivo de agua en cada cuenca (ΣCU) a través de todos los sectores de uso de agua se calcula como:

$$\sum \mathrm{CU} = \sum \left((1 - \mathrm{R_{frac}}) \times \mathrm{WD_{SW+GW}} - \mathrm{WD_{GW}} \right)$$

Donde:

R_{frac} = fracción del total de agua retirada de las fuentes superficiales y subterráneas que no son consumidas
WD_{SW+GW} = total de retiros de agua dulce de fuentes superficiales y subterráneas
WD_{GW} = retiros de agua dulce solamente de fuentes subterráneas

Se supone que todos los flujos de retorno (por ejemplo, agua retirada pero no consumida), sin tener en cuenta si originaron de la superficie o aguas subterráneas, son descargados a agua superficial en la entrada de la próxima cuenca rio abajo. Retiros de agua subterránea son completamente aislados de las dinámicas del flujo de agua superficial, y por lo tanto no afectan los flujos fluviales de ninguna manera. En meses donde el uso consuntivo de agua excedió el flujo fluvial en una salida de cuenca, el flujo se establece en cero y la demanda de agua restante se supone ser suministrada por un depósito de suministro de agua infinito. Toda el agua en una red fluvial se supone ser dirigida en el mismo mes que fue generada, y pérdidas de flujo de corriente a las aguas subterráneas profundas se asumen ser insignificantes.

Estrés del Suministro de Agua

El Índice de Estrés del Suministro de Agua (WaSSI) es calculado para cada cuenca como:

The Water Supply Stress Index (WaSSI) is computed for each watershed as:

$$WaSSI = \frac{D}{S}$$

Donde:

D = total de demanda de agua, o retiros, en la cuenca

S = total de suministro de agua en la cuenca

El total de demanda de agua (D) es calculado como:

$$D = \sum WD_{SW+GW}$$

El total de suministro de agua (S) en la cuenca es calculado como:

$$S = Q_s + \sum WD_{GW}$$

Donde:

Q_s = la cantidad total del suministro de agua superficial (por ejemplo, flujo fluvial) disponible en la salida de la cuenca

Suministro de agua superficial (Q_s) es calculado como:

$$Q_s = \sum Q_{in} + Y$$

El Q_s es similar al Q_{out} pero no incluye perdidas debidas al uso consuntivo del agua en la cuenca. Estas perdiadas se registran en la cuenca rio abajo siguiente. Sin embargo, el Q_s si incluye las perdidas consuntivas de cuencas aguas arriba. Todas las aguas superficiales son actualmente supuestas ser disponible para el uso humano sin reservar agua para flujos ecológicos o asimilación de contaminación. No se intenta seguir la cantidad de agua subterránea disponible para retiros en acuíferos sub-superficiales, y se supone que retiros pueden ser hechos perpetuamente a niveles del 2005.

Referencias

Burnash, R. J. C., Ferral, R. L., and McGuire, R. A.: A generalized streamflow simulation system - Conceptual modeling for digital computers, Technical Report, Joint Federal and State River Forecast Center, 204 p., U.S. National Weather Service and California Department of Water Resources, Sacramento, California, 1973.

Burnash, R. J. C.: The NWS river forecast system - catchment modeling, In Computer models of watershed hydrology, edited by V. P. Singh, pp. 311–366, Water Resources Publications, Littleton, Colorado, 1995.

Caldwell, P.V., Sun, G., McNulty, S.G., Cohen, E.C., and Moore Myers, J.A., Modeling Impacts of Environmental Change on Ecosystem Services across the Conterminous United States, in Medley, C.N., Patterson, Glenn, and Parker, M.J. (eds) Observing, studying, and managing for change: Proceedings of the Fourth Interagency Conference on Research in the Watersheds: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2011:5169, 202 p., 2011.

Caldwell, P. V., Sun, G., McNulty, S. G., Cohen, E. C., and Moore Myers, J. A., Impacts of impervious cover, water withdrawals, and climate change on river flows in the Conterminous US, Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss. 9:4263-4304, 2012.

Hamon, W. R.: Computation of direct runoff amounts from storm rainfall, Int. Assoc. Sci. Hydrol. Pub., 63, 52–62, 1963.

Kenny, J. F., Barber, N. L., Hutson, S. S., Linsey, K. S., Lovelace, J. K., and Maupin, M. A.: Estimated use of water in the United States in 2005, U.S. Geological Survey Circular 1344, 52 p., 2009.

Koren, V., Smith, M., and Duan, Q.: Use of a priori parameter estimates in the derivation of spatially consistent parameter sets of rainfall-runoff models, in Calibration of Watershed Models Water Science and Applications, vol. 6, edited by Q. Duan, S. Sorooshian, H. Gupta, H. Rosseau, and H. Turcotte, pp. 239–254, AGU, Washington, D.C., 2003.

Koren, V., Moreda, F., Reed, S., Smith, M., and Zhang, Z.: Evaluation of a grid-based distributed hydrological model over a large area, paper presented at the 7th IAHS Scientific Assembly, Foz do Iguaçu, Brazil, 2005.

Law, B.E., and 32 others, Environmental controls over carbon dioxide and water vapor exchange of terrestrial vegetation, Agricultural and Forest Meteorology 113:97–120, 2002.

McCabe, G. J., and Wolock, D. M.: Future snowpack conditions in the western United States derived from general circulation model climate simulations, J. Am. Water Resour. Assoc., 35, 1473–1484, 1999.

McCabe, G. J., and Markstrom, S. L.: A monthly water-balance model driven by a graphical user interface, U.S. Geological Survey Open-File report 2007-1088, 6 p., 2007.

National Hydrography Dataset: http://nhd.usgs.gov/index.html, last access: July 2010.

Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture. U.S. General Soil Map (STATSGO2), Available online at http://soildatamart.nrcs.usda.gov. Accessed 02 February 2012.

SNODAS, Operational Hydrologic Remote Sensing Center, Snow Data Assimilation System (SNODAS) Data Products at NSIDC, National Snow and Ice Data Center, Boulder, CO., 2004.

Solley, W.B., Pierce, R.R., and Perlman, H.A.: Estimated use of water in the United States in 1995, U.S. Geological Survey Circular 1200, 1998.

Sun G., Alstad,K., Chen,J., Chen,S., Ford,C. R., Lin,G., Lu,N., McNulty,S. G., Noormets,A., Vose,J. M., Wilske,B., Zeppel,M., Zhang,Y., and Zhang, Z.: A general predictive model for estimating monthly ecosystem evapotranspiration, Ecohydrol., 4, 245–255, 2011a.

Sun, G., Caldwell,P., Noormets,A., Cohen,E., McNulty,S., Treasure,E., Domec,J. C., Mu,Q., Xiao,J., John,R., and Chen, J.:Upscaling key ecosystem functions across the conterminous United States by a water-centric ecosystem model, J. Geophys. Res., 116, G00J05, 2011b.

Watershed Boundary Dataset:
http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/water/watersheds/dataset, Accessed: September 1, 2009.

Apéndice B: Entradas y Salidas del Modelo

Entradas y salidas del modelo WaSSI disponible para descargar en la aplicación **WaSSIweb** se describen a continuación. Además, la herramienta *Metadatos* (Metadata) del **Visualizador de Mapa WaSSI** (WaSSI Map Viewer) proporciona información adicional sobre las entradas y salidas del modelo.

Entradas del Modelo

Entradas para el modelo WaSSI son basadas técnicas de teledetección (observaciones de satélite) y bases de datos geográficamente referenciadas. Estos conjuntos de datos son disponibles en diferentes resoluciones espaciales, con algunos representados en formato cuadricula y otros a escala de condado. Todas las entradas para WaSSI son superpuestas con límites de cuencas de código de unidad hidrológica de ocho dígitos (HUC8) del Watershed Boundary Dataset (WBD), y re-escaladas a HUC8 utilizando una técnica de promedio a base de área en un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS).

Escenarios Climáticos

Entradas de clima disponibles en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) y *Herramienta de Simulación* (Simulation Tool) de **WaSSIweb** incluyen escenarios climáticos futuros y uno histórico. Los conjuntos de datos climáticos futuros se basan en proyecciones de varias combinaciones de Modelos de Circulación General (GCMs) y escenarios de emisiones del IPCC SRES. Los escenarios futuros son identificados en **WaSSIweb** como (AAA SRES BBB (CCC – DDDD)), donde AAA denota el GCM utilizado para simular el record climático, BBB denota el escenario de emisiones del IPCC SRES, CCC denota el primer año de estimaciones climáticas disponible, y DDDD denota el último año de estimaciones climáticas disponible. Por ejemplo, el escenario climático "HADCM3-A1B (1961-2099)" es basado en el Hadley Centre for Climate Change Prediction and Research / Met Office, UK: UKMO-HadCM3 GCM, utilizando el escenario de emisiones A1B IPCC SRES, e incluye años del 1961 al 2099.

Los campos incluidos en los archivos de datos de entradas climáticas disponibles para descargar en el *Visualizador de Entradas* de **WaSSIweb** incluyen:

HUC8 (EE.UU.) , Celda (Méx.)oWsname (Ruanda)	El número de cuenca de HUC8 del WBD (EE.UU.), identificador de celda cuadriculada (Méx.) o número identificador de cuenca (Ruanda) para el registro de datos. Números de HUC8 que comienzan con cero no incluyen el primer cero.
Año (YEAR-)	El año civil asociado con el registro de datos.
Mes (MONTH-)	El mes asociado con el registro de datos.
pptMM-	La precipitación total en mm para el HUC/celda/cuenca, año, o mes asociado con el registro de datos, promediado sobre todo el HUC8/celda/cuenca

tavgC-	El promedio de la temperatura del aire en grados celsius para el HUC/celda/cuenca, ano, o mes asociado con el registro de datos, promediado sobre todo el HUC/celda/cuenca.

EE.UU.

El conjunto de datos histórico (Historic 1961 – 2010) fue desarrollado a base de observaciones históricas en estaciones de observación meteorológica que fueron interpolados a un formato de celda cuadricula utilizando el Precipitation Elevation Regression on Independent Slopes Model (PRISM; Daly, 1994). Los GCMs de escenarios climáticos futuros disponibles para los EE.UU. se muestran en la Tabla B1. Por favor refiérase al IPCC (2000) para más información sobre los escenarios de emisión del IPCC SRES y a Meehl et al. (2007) para más información sobre los GCMs disponibles para entradas del modelo WaSSI para los EE.UU.

Tabla B1. Descripciones de GCM de Escenarios Climáticos Futuros de WaSSI

Identificador del GCM del Escenario Climático de **WaSSIweb**	Descripción del GCM
CGCM3	Canadian Centre for Climate Modeling & Analysis: CGCM3.1 (T47)
CM2	US Dept. of Commerce / NOAA / Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, USA: GFDL-CM2.0
HADCM3	Hadley Centre for Climate Prediction and Research / Met Office, UK: UKMO-HadCM3
CSIRO-Mk3.5	CSIRO Atmospheric Research, Australia: CSIRO-Mk3.5
MIROC3.2	Center for Climate System Research (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Frontier Research Center for Global Change (JAMSTEC), Japan: MIROC3.2 (medres)
CSIRO-Mk2	CSIRO Atmospheric Research, Australia: CSIRO-Mk2
UKMO-HADCM3	Hadley Centre for Climate Prediction and Research / Met Office, UK: UKMO-HadCM3

Escenario(s):	Histórico (1961 – 2010)
Citación de Datos:	Daly, C., Neilson, R. P., and Phillips, D. L.: A statistical-topographic model for mapping climatological precipitation over mountainous terrain, J. Appl. Meteorol., 33, 140–158, doi:10.1175/1520-0450(1994)033<0140:ASTMFM>2.0.CO;2, 1994.
Página de descarga:	http://www.prism.oregonstate.edu
Fecha de Descarga:	Mayo 2011
Resolución Espacial Nativa:	cuadrícula de 4 km X 4 km
Periodo de Tiempo:	1961 - 2010
Resolución Temporal:	Mensual
Parámetros:	Total de precipitación mensual, temperatura del aire mensual máxima y mínima. Temperatura media mensual para uso en WaSSI fue estimada calculando el promedio de las temperaturas máximas y mínimas del mes.

Escenario(s):	CGCM3-A1B (1961–2099), CGCM3-A2 (1961–2099), CGCM3-B1 (1961–2099), CM2-A1B (1961–2099), CM2-A2 (1961–2099), CM2-B1 (196 1–2099), HADCM3-A1B (1961–2099), HADCM3-A2 (1961–2099), HADCM3-B1 (196 1–2099)
Citación de Datos:	Meehl, G. A., Covey, C., Delworth, T., Latif, M., McAvaney, B., Mitchell, J. F. B., Stouffer, R. J., and Taylor, K. E., 2007. The WCRP CMIP3 multi-model dataset: A new era in climate change research,Bulletin of the American Meteorological Society, 88, 1383-1394.
Página de Descarga:	http://www-pcmdi.llnl.gov/ipcc/about_ipcc.php
Fecha de Descarga:	Junio, 2009
Resolución Espacial Nativa:	cuadrícula de 1/8 X 1/8° (~12 km X 12 km)
Periodo de Tiempo:	1961 - 2099
Resolución Temporal:	Mensual
Parámetros:	Total de precipitación mensual, temperatura del aire mensual máxima y mínima. La precipitación total mensual es calculada multiplicando promedio mensual de la precipitación diaria por el número de días en cada mes.

Escenario(s):	CSIRO-Mk3.5 SRES A1B (2002 – 2100), MIROC3.2 SRES A1B (2002 – 2100), CSIRO-Mk2.0 SRES B2 (2002 – 2100), UKMO-HADCM3 SRES B2 (2002 – 2100)
Citación de Datos:	Coulson, D.P., L.A. Joyce, D.T. Price, and D.W. McKenney, 2010a. Climate scenarios for the conterminous United States at the county spatial scale using SRES scenarios B2 and PRISM climatology. U.S. Forest Service, Rocky Mountain Research Station. Coulson, D.P., L.A. Joyce, D.T. Price, D.W. McKenney, S.R. Martin, P. Papadopol, and K. Lawrence, 2010b. Climate scenarios for the conterminous United States at the county spatial scale using SRES scenarios A1B and A2 and PRISM climatology. U.S. Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
Página de Descarga:	http://www.fs.fed.us/rm/data_archive/dataaccess
Fecha de Descarga:	Junio, 2010
Resolución Espacial Nativa:	Condado

Periodo de Tiempo: 2002 - 2100

Resolución Temporal: Mensual

Parámetros: Total de precipitación mensual, temperatura del aire mensual máxima y mínima. La temperatura media mensual para uso en WaSSI fue estimada calculando el promedio de las temperaturas máximas y mínimas mensuales.

México

El conjunto de datos climáticos históricos (CCA UNAM 1902 – 1984) fue desarrollado a base del producto cuadriculado del clima mensual proporcionado por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 2007). Los GCMs de escenarios climáticos futuros disponibles para México se muestran en la Tabla B2. Por favor refiérase al IPCC (2000) para más información sobre los escenarios de emisiones del IPCC SRES y a EOS-Webster (2009) para más información sobre el GCM disponible para las entradas del modelo WaSSI para México.

Tabla B2. Descripciones de GCMs de Escenarios Climáticos Futuros WaSSI para México

Identificador del GCM del Escenario Climático de **WaSSIweb**	Descripción del GCM
NCAR CCSM3	National Center for Atmospheric Research, USA: CCSM3

Escenario(s): CCA UNAM (1902-1984)

Citación de Datos: UNAM, 2007.Cressman analysis of monthly precipitation, and maximum and minimum temperature for Mexico and surroundings based upon CLICOM daily station data, GHCN Version 2 monthly station data, and University of East Anglia Climate Research Unit (CRU) monthly gridded data as the “first guess” for the Cressman analysis, from the Centro de Ciencias de la Atmósfera. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Página de Descarga: http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.UNAM/.gridded/.monthly/.v0705/

Fecha de Descarga: Julio 2010

Resolución Espacial Nativa: cuadrícula de grado de 0.5 X 0.5

Periodo de Tiempo: 1902 - 1984

Resolución Temporal: Mensual

Parámetros: Total de precipitación mensual, temperatura del aire mensual máxima y mínima. Temperatura media mensual para uso en WaSSI fue estimada

	calculando el promedio de las temperaturas máximas y mínimas mensuales.
Escenario(s):	NCAR CCSM3 SRES A2 (2001-2099), NCAR CCSM3 SRES A1B (2001-2099),NCAR CCSM3 SRES B1 (2001-2099)
Citación de Datos:	EOS-WEBSTER, 2009. NCAR Science & Research Data for IPCC AR4.
Página de Descarga:	http://eos-webster.sr.unh.edu/data_guides/ci_science_dg.jsp
Fecha de Descarga:	Septiembre 2009
Resolución Espacial Nativa:	cuadrícula de grado de 1.40625 X 1.40625
Periodo de Tiempo:	2001 – 2099
Resolución Temporal:	Mensual
Parámetros:	Total de precipitación mensual, temperatura del aire mensual máxima y mínima. Temperatura media mensual para uso en WaSSI fue estimada calculando el promedio de las temperaturas máximas y mínimas mensuales.

Ruanda

La base de datos climáticos históricos (1961-2009) fue desarrollada con base en datos de observaciones mensuales en estaciones metereológicas interpolados a una cuadricula espacial con resolución de 0.5° x 0.5° (Harris et al., 2013). Las proyecciones climáticas futuras según 4 GCMs se muestran en la Tabla B3. Por favor dirijase al IPCC (2000) para obetener información adicional a cerca de los escenarios de emisiones IIPCC SRES y a Meehl et al. (2007) para información adicional relacionada con los GCMs disponibles como entrada en el modelo WaSSI para Ruanda.

Tabla B3. Escenario climático futuros para WASSI. Descripción de los GCM en Ruanda

Identificador del GCM del Escenario Climático de **WaSSIweb**	Descripción del GCM
CCCMA CGCM3	Canadian Centre for Climate Modeling & Analysis: CGCM3.1 (T47)
GFDL CM2	US Dept. of Commerce / NOAA / Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, USA: GFDL-CM2.0
NCAR CCSM3	National Center for Atmospheric Research, USA:

	CCSM3
UKMO HADCM3	Hadley Centre for Climate Prediction and Research / Met Office, UK: UKMO-HadCM3

Escenario(s): CRUTS 3.1 (1961-2009)

Citación de Datos: University of East Anglia Climatic Research Unit (CRU). [Phil Jones, Ian Harris]. CRU Time Series (TS)3.10.01 high resolution gridded datasets, [Internet]. NCAS British Atmospheric Data Centre, 2012,

Página de Descarga:
http://badc.nerc.ac.uk/view/badc.nerc.ac.uk__ATOM__dataent_1256223773328276

Fecha de Descarga: Mayo 2011

Resolución Espacial Nativa: cuadrícula de grado de 0.5 X 0.5

Periodo de Tiempo: 1961 - 2009

Resolución Temporal: Mensual

Parámetros: Precipitación mensual total, temperatura prómedio mensual.

Escenario(s): CCCMA CGCM3 A1B (1961-2099), CCCMA CGCM3 A2 (1961-2099), GFDL CM2 A1B (1961-2099), GFDL CM2 A2 (1961-2099), NCAR CCSM3 A1B (1961-2099), NCAR CCSM3 A2 (1961-2099), UKMO HADCM3 A1B (1961-2099), UKMO HADCM3 A2 (1961-2099)

Citación de Datos: Global climate model output, from the World Climate Research Programme's (WCRP's) Coupled Model Intercomparison Project phase 3 (CMIP3) multi-model dataset (Meehl et al., 2007), were obtained from www.engr.scu.edu/~emaurer/global_data/. These data werdownscaled as described by Maurer et al. (2009) using the bias-correction/spatial downscaling method (Wood et al., 2004) to a 0.5 degree grid,based on the 1950-1999 gridded observations of Adam and Lettenmaier (2003).

Página de Descarga: http://www.engr.scu.edu/~emaurer/global_data

Fecha de Descarga: Julio 2010

Resolución Espacial Nativa: cuadrícula de grado de 1.40625 X 1.40625

Periodo de Tiempo: 1961 – 2099

Resolución Temporal:	Mensual
Parámetros:	Precipitación mensual total, temperature del aire máxima y mínima mensual. La temperatura del aire prómedio mensual para WaSSi fue calculada como el prómedio entre las temperature máxima y mínima mensuales.

Distribución de Cubierta Terrestre

Datos de distribución de cobertura terrestre utilizados en el modelo WaSSI y disponibles en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) de **WaSSIweb** se pueden acceder seleccionando el enlace *Uso de Tierra del HUC* (HUC Land Use) disponible después de que un gráfico de distribución terrestre ha sido mostrado. Los datos del área HUC y promedios de elevación también están disponibles y se pueden acceder seleccionando el enlace *Área HUC* (HUCA area) disponible (sólo en los EE.UU).

EE.UU.

Cobertura terrestre utilizada para los EE.UU. se basa en la resolución de 30 x30m del 2006 National Land Cover Dataset (NLCD; Fry et al., 2011). Las clases de cobertura terrestre del NLCD se agregaron a 10 clases para uso en WaSSI de la siguiente manera.

Clase WaSSI	Clase NLCD
Cultivo (Crop)	81 Pasto/Heno, 82 Cosechas Cultivadas
Bosque Caducifolio (Decidous Forest)	41 Bosque Caducifolio
Bosque Siempreverde (Evergreen Forest)	42 Bosque Siempreverde
Bosque Mixto (Mixed Forest)	43 Bosque Mixto
Pradera (Grassland)	21 Desarrollado, Espacio Abierto, 71 Pradera/Herbáceo
Matorral (Shrubland)	51 Matorral Bajo, 52 Matorral
Humedales (Wetland)	90 Humedales Leñosos, 95 Humedales Herbáceos Emergentes
Aguas Abiertas (Open Water)	11 Aguas Abiertas
Urbano (Urban)	22 Desarrollado, Baja Intensidad, 23 Desarrollado, Intensidad Media, 24 Desarrollo, Alta Intensidad
Árido (Barren)	31 Tierra Árida (Piedra/Arena/Barro)

Campos incluidos en los archivos de datos de cubierta terrestre de *Uso de Tierra HUC* (HUC Land Use) disponibles para descarga en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) de **WaSSIweb** incluyen:

ID	Un identificador numérico para la cuenca de HUC8
HUC_8	El número de la cuenca de HUC8 del WBD para el registro de datos. Números de HUC8 que comienzan con cero no incluyen el primer cero.
Lat	Latitud del centroide del HUC8
Long	Longitud del centroide del HUC8
Cultivo (Crop)	Fracción de la cuenca de HUC8 que cae en cobertura terrestre de cultivo
Caduc (Decid)	Fracción de la cuenca de HUC8 que cae en cobertura terrestre de bosque caducifolio
Siempreverde (Evergreen)	Fracción de la cuenca de HUC8 que cae en cobertura terrestre de bosque siempreverde
Mixto (Mixed)	Fracción de la cuenca de HUC8 que cae en cobertura terrestre de bosque mixto
Pradera (Grassland)	Fracción de la cuenca de HUC8 que cae en cobertura terrestre de pradera
Matorral (Shrubland)	Fracción de la cuenca de HUC8 que cae en cobertura terrestre de matorral
Humedales (Wetland)	Fracción de la cuenca de HUC8 que cae en cobertura terrestre de humedales
Agua (Water)	Fracción de la cuenca de HUC8 que cae en cobertura terrestre de agua
Urbano (Urban)	Fracción de la cuenca de HUC8 que cae en cobertura terrestre urbana
Árido (Barren)	Fracción de la cuenca de HUC8 que cae en cobertura terrestre árida
Total	La suma de todas las fracciones de cobertura terrestre (puede no ser igual a 1 debido al redondeo)

El área de la cuenca de HUC8 se calcula de atributos del Watershed Boundary Dataset (2010). La elevación media de la cuenca de HUC8 se calcula a base de la resolución de 30 x 30 metros del National Elevation Dataset (Gesch et al., 2009). The HUC8 watershed area is derived from attributes of the Watershed Boundary Dataset (2010). Campos incluidos en los archivos de datos de entradas del *Area HUC* (HUC Area) disponibles para descargar en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) de **WaSSIweb** incluyen:

ID	Un identificador numérico para la cuenca de HUC8

HUC_8	El número de la cuenca de HUC8 del WBD para el registro de datos. Números de HUC8 que comienzan con cero no incluyen el primer cero
ÁreaM2	Área total de la cuenca de HUC8 in m^2
ElevM	Elevación media de la cuenca HUC8 en metros sobre el nivel medio del mar

México

Cobertura terrestre utilizada para México se basa en La Cobertura Terrestre de Norte América a los 250m del 2005 (Center for Environmental Cooperation, 2010).

Campos incluidos en los archivos de datos de entradas de cobertura terrestre de *Uso de Tierra HUC* (HUC Land Use) disponibles para descargar en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) de **WaSSIweb** incluyen:

Celda (Cell)	El número de la celda cuadriculada para el registro de datos
Lat	Latitud para el centro de la celda cuadriculada
Long	Longitud para el centro de la celda cuadriculada
Cultivo (Crop)	Fracción de la celda cuadriculada que cae en cobertura terrestre de cultivo
Caduc (Decid)	Fracción de la celda cuadriculada que cae en cobertura terrestre de bosque caducifolio
Siempreverde (Evergreen)	Fracción de la celda cuadriculada que cae en cobertura terrestre de bosque siempreverde
Mixto (Mixed)	Fracción de la celda cuadriculada que cae en cobertura terrestre de bosque mixto
Pradera (Grassland)	Fracción de la celda cuadriculada que cae en cobertura terrestre de pradera
Matorrales (Shrubland)	Fracción de la celda cuadriculada que cae en cobertura terrestre de matorrales
Sabanas (Savannas)	Fracción de la celda cuadriculada que cae en cobertura terrestre de sabanas
Agua_urbano (Water_urban)	Fracción de la celda cuadriculada que cae en cobertura terrestre de agua o urbana

Total	La suma de todas las fracciones de cobertura terrestre (puede no ser igual a 1 debido al redondeo)

Ruanda

La cobertura terrestre utilizada para Ruanda y Burundi se basa en la base de datos global Globcover a una resolucion espacial de 300 x 300m.

Las clases de cobertura vegetal de Globcover fueron agregados a 10 clases para su utilización en WaSSI:

Clase en WaSSI	Clase en Globcover
Cultivo (Crop)	14 Rainfed croplands 20 Mosaic cropland (50-70%) / vegetation (grassland/shrubland/forest) (20- 50%)
Caduc (Decid)	50 Closed (>40%) broadleaved deciduous forest (>5m) 60 Open (15-40%) broadleaved deciduous forest/woodland (>5m)
Siempreverde (Evergreen)	None present in study area
Mixto (Mixed)	40 Closed to open (>15%) broadleaved evergreen or semi-deciduous forest (>5m) 90 Open (15-40%) needleleaved deciduous or evergreen forest (>5m) 100 Closed to open (>15%) mixed broadleaved and needleleaved forest (>5m)
Pradera (Grassland	30 Mosaic vegetation (grassland/shrubland/forest) (50-70%) / cropland (20- 50%)
Matorrales (Shrubland)	110 Mosaic forest or shrubland (50-70%) / grassland (20-50%) 120 Mosaic grassland (50-70%) / forest or shrubland (20-50%) 130 Closed to open (>15%) (broadleaved or needleleaved, evergreen or deciduous) shrubland (<5m) 140 Closed to open (>15%) herbaceous vegetation (grassland, savannas or lichens/mosses)
Agua_urbano (Water_urban)	150 Sparse (<15%) vegetation 160 Closed to open (>15%) broadleaved forest regularly flooded (semi- permanently or temporarily) - Fresh or brackish water 170 Closed (>40%) broadleaved forest or shrubland permanently flooded – Saline or brackish water 180 Closed to open (>15%) grassland or woody vegetation on regularly flooded or waterlogged soil - Fresh, brackish or saline water 190 Artificial surfaces and associated areas (Urban areas >50%) 200 Bare areas

210 Water bodies

Campos incluidos en los archivos de datos de entradas de cobertura terrestre de *Uso de Tierra HUC* (HUC Land Use) disponibles para descargar en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) de **WaSSIweb** incluyen:

Wsname	Número de cuenca para el registro de datos
Lat	Latitud para el centro de la celda cuadriculada
Long	Longitud para el centro de la celda cuadriculada
Cultivo (Crop)	Fracción de la celda cuadriculada que cae en cobertura terrestre de cultivo
Caduc (Decid)	Fracción de la celda cuadriculada que cae en cobertura terrestre de bosque caducifolio
Siempreverde (Evergreen)	Fracción de la celda cuadriculada que cae en cobertura terrestre de bosque siempreverde
Mixto (Mixed)	Fracción de la celda cuadriculada que cae en cobertura terrestre de bosque mixto
Pradera (Grassland)	Fracción de la celda cuadriculada que cae en cobertura terrestre de pradera
Matorrales (Shrubland)	Fracción de la celda cuadriculada que cae en cobertura terrestre de matorrales
Sabanas (Savannas)	Fracción de la celda cuadriculada que cae en cobertura terrestre de sabanas
Agua_urbano (Water_urban)	Fracción de la celda cuadriculada que cae en cobertura terrestre de agua o urbana
Total	La suma de todas las fracciones de cobertura terrestre (puede no ser igual a 1 debido al redondeo)

Índice de Área Foliar por Cobertura Terrestre

El promedio mensual del índice de área foliar (LAI o IAF) por cobertura terrestre fue calculado mediante la superposición del producto del índice de área foliar MOD15 de técnicas de teledetección del LAI utilizando la resolución de 1 x 1 km del 2000-2006 Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) sobre los datos de cobertura terrestre (Zhao et al., 2005). Los datos de paso de tiempo de ocho días fueron utilizados para calcular el promedio mensual del LAI. Datos del LAI en el *Visualizador de*

Entradas (Input Viewer) de **WaSSIweb** se pueden acceder seleccionando el enlace *Índice de Área Foliar* (Leaf Area Index) disponible después de que se haya mostrado una gráfica del índice de área foliar.

Campos incluidos en los archivos de datos de entradas del *Índice de Área Foliar* (Leaf Area Index) disponibles para descargar en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) de **WaSSIweb** incluyen:

HUC8 (EE.UU.) or CELDA (CELL-Méx.) Wsname (Ruanda)	El número de la cuenca de HUC8 del WBD (EE.UU.), identificador de la celda cuadriculada (Méx.) o número identificador de cuenca (Ruanda) para el registro de datos. Números de HUC8 que comienzan con cero no incluyen el primer cero.
MES (MONTH)	El mes del registro de datos, expresado como un número (por ejemplo, 1=Enero, 2=Febrero...12=Diciembre).
XXXX_LAI	El promedio LAI para la cobertura terrestre XXXX para el HUC8/CELDA y el mes del registro de datos.

Parámetros del Suelo

Los 11 parámetros del Sacramento Soil Moisture Accounting Model utilizados en WaSSI para calcular el balance hídrico de la cuenca son basados en estimaciones de la textura del suelo del producto de datos de 1 x 1 km de STATSGO- based CONUS Soils (Miller and White, 1998) disponible en: http://www.soilinfo.psu.edu/index.cgi?soil_data&conus. Una combinación de información local de la textura del suelo para Ruanda y la base de datos de World Soils Database version 1.2 (FAO, 2012) para Burundi fueron utilizadas para derivar los parametros del modelo Sacramento Soil Moisture Accounting para Ruanda y Burundi. Utilizando estos datos de textura del suelo contra la profundidad, los parámetros del suelo UZTWM, UZFWM, UZK, PFREE, ZPERC, REXP, LZTWM, LZFSM, LZFPM, LZSK, y LZPK fueron estimados utilizando los métodos de Kore et al. (2003, 2005). Estos parámetros del suelo no están disponibles para descargar en **WaSSIweb.**

Uso de Agua (Sólo en los EE.UU.)

Datos sobre el uso de agua total utilizados en el modelo WaSSI y disponibles en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) de **WaSSIweb** se pueden acceder seleccionando el enlace *Uso Bruto de Agua* (Gross Water Use) disponible después de la mostración de una gráfica de uso de agua. Estos datos son basados en el producto de datos de la resolución de condado de las estimaciones del uso de agua del USGS en los EE.UU. en 2005 (Kenny et al., 2009).

Campos incluidos en los archivos de datos del *Uso Bruto de Agua* (Gross Water Use) disponibles para descargar en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) de **WaSSIweb** incluyen:

ID	Un identificador numérico para la cuenca de HUC8
HUC_8	El número de la cuenca de HUC8 del WBD para el registro de datos. Números de HUC8 que comienzan con cero no incluyen el primer cero

Doméstico (Domestic)	Retiros totales de agua dulce (superficiales y subterráneos) para el sector Doméstico en millones de galones por día.
Industrial (Industrial)	Retiros totales de agua dulce (superficiales y subterráneos) para el sector Industrial en millones de galones por día.
Irrigación (Irrigation)	Retiros totales de agua dulce (superficiales y subterráneos) para el sector de Irrigación en millones de galones por día.
Ganaderías (Livestock)	Retiros totales de agua dulce (superficiales y subterráneos) para el sector de Ganadería en millones de galones por día.
Minería (Mining)	Retiros totales de agua dulce (superficiales y subterráneos) para el sector de Minería en millones de galones por día.
Termo (Thermo)	Retiros totales de agua dulce (superficiales y subterráneos) para el sector Termoeléctrico en millones de galones por día.
Suministro_publicó (Public_Supply)	Retiros totales de agua dulce (superficiales y subterráneos) para el sector del Suministro Público en millones de galones por día.
Acuicultura (Aquaculture)	Retiros totales de agua dulce (superficiales y subterráneos) para el sector de Acuicultura en millones de galones por día.
Total	Total de retiros de agua dulce (superficiales y subterráneos) para todos los sectores en millones de galones por día
Ps_del_dom	Total de retiros de agua dulce (superficiales y subterráneos) con se entregan al sector Doméstico en millones de galones por día

Fracciones del flujo de retorno por sector utilizadas en el modelo WaSSI y disponibles en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) de **WaSSIweb** se pueden acceder seleccionando el enlace *Porcentaje de Flujo de Retorno* (Return Flow Percentage) disponible después de la mostración de una gráfica del uso de agua. Estos datos se basan en el producto de datos de resolución al nivel de condado del USGS del uso de agua estimado en los EE.UU. en 1995 (Solley et al., 1998). Flujos de retorno no fueron reportados en el Reporte del uso de agua estimado en los EE.UU. en 2005 (Kenny et al., 2009).

Campos incluidos en los archivos de datos del *Porcentaje de Flujo de Retorno* (Return Flow Percentage) disponibles para descargar en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) de **WaSSIweb** incluyen:

ID	Un identificador numérico para la cuenca de HUC8
HUC_8	El número de la cuenca de HUC8 del WBD para el registro de datos. Números de HUC8 que comienzan con cero no incluyen el primer cero

Doméstico_rf (Domestic_rf)	Fracción del total de retiros de agua dulce de aguas superficiales y subterráneas no consumidas por el sector Doméstico
Industrial_rf (Industrial_rf)	Fracción del total de retiros de agua dulce de aguas superficiales y subterráneas no consumidas por el sector Industrial
Irrigación_rf (Irrigation_rf)	Fracción del total de retiros de agua dulce de aguas superficiales y subterráneas no consumidas por el sector de Irrigación
Ganadería_rf (Livestock_rf)	Fracción del total de retiros de agua dulce de aguas superficiales y subterráneas no consumidas por el sector de Ganadería
Minería_rf (Mining_rf)	Fracción del total de retiros de agua dulce de aguas superficiales y subterráneas no consumidas por el sector de Minería
Termo_rf (Thermo_rf)	Fracción del total de retiros de agua dulce de aguas superficiales y subterráneas no consumidas por el sector Termoeléctrico
Suministro_público_rf (Pubic_supply_rf)	Fracción del total de retiros de agua dulce de aguas superficiales y subterráneas no consumidas por el sector de Suministro Público
Acuicultura_rf (Aquaculture_rf)	Fracción del total de retiros de agua dulce de aguas superficiales y subterráneas no consumidas por el sector de Acuicultura

Retiros de Aguas Subterráneas (Sólo en los EE.UU.)

Datos por sector del retiro de aguas subterráneas utilizados en el modelo WaSSI y disponibles en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) de **WaSSIweb** se pueden acceder seleccionando el enlace *Aguas Subterráneas* (Ground Water) disponible después de la mostración de una gráfica de retiros de aguas subterráneas. Estos datos se basan en el producto de datos de resolución al nivel de condado del USGS del uso de agua estimado en los EE.UU. en el 2005 (Kenny et al., 2009).

Campos incluidos en los archivos de datos de *Aguas Subterráneas* (Ground Water) disponibles para descargar en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) de **WaSSIweb** incluyen:

ID	Un identificador numérico para la cuenca de HUC8

HUC_8	El número de la cuenca de HUC8 del WBD para el registro de datos. Números de HUC8 que comienzan con cero no incluyen el primer cero
Doméstico (Domestic)	Total de retiros de agua dulce subterránea para el sector Doméstico en millones de galones por día
Industrial (Industrial)	Total de retiros de agua dulce subterránea para el sector Industrial en millones de galones por día
Irrigación (Irrigation)	Total de retiros de agua dulce subterránea para el sector de Irrigación en millones de galones por día
Ganadería (Livestock)	Total de retiros de agua dulce subterránea para el sector de Ganadería en millones de galones por día
Minería (Mining)	Total de retiros de agua dulce subterránea para el sector de Minería en millones de galones por día
Termo (Thermo)	Total de retiros de agua dulce subterránea para el sector Termoeléctrico en millones de galones por día
Suministro_Público (Public_supply)	Total de retiros de agua dulce subterránea para el sector de Suministro Público en millones de galones por día
Acuicultura (Aquaculture)	Total de retiros de agua dulce subterránea para el sector de Acuicultura en millones de galones por día
Total	Total de agua dulce subterránea para todos los sectores en millones de galones por día

Población Proyectada (Sólo en los EE.UU.))

Estimaciones de población proyectada del 2010-2060 utilizadas en el modelo WaSSI y disponibles en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) de **WaSSIweb** se pueden acceder seleccionando el enlace *Población* (Population) disponible después de la mostración de una gráfica de población proyectada. Estos datos se basan en las proyecciones de población decenal de resolución al nivel de condado del escenario del IPCC SRES A1 de Zarnoch et al. (2010). Estimaciones de población anuales se calcularon por interpolación lineal entre los datos de población decenal.

Campos incluidos en los archivos de datos de entradas de *Población* (Population) para descargar en el *Visualizador de Entradas* (Input Viewer) de **WaSSIweb** incluyen:

HUC_8	El número de la cuenca de HUC8 del WBD para el registro de datos. Números de HUC8 que comienzan con cero no incluyen el primer cero
Año (Year)	El año del registro de datos

Pob (Pop)	Población proyectada en miles

Salidas del Modelo

Salida del modelo WaSSI son calculadas a base del escenario de simulación de la *Herramienta de Simulación* (Simulation Tool) de **WaSSIweb.** Archivos de datos de salida a la escala de tiempo mensual, anual, y

son disponibles para descargar en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** cuando una gráfica se ha mostrado. Por favor refiérase al Apéndice A para un descripción de como las salidas del modelo se calculan.

Balance Hídrico

Balance Hídrico Mensual

La salida del balance hídrico mensual calculado en el modelo WaSSI y que es disponible en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) en **WaSSIweb** se puede acceder seleccionando el enlace *Balance Hídrico Mensual* (Monthly Water Balance) disponible después de que una gráfica de balance hídrico se haya mostrado con la escala de tiempo Mensual o Anual seleccionada.

Campos incluidos en los archivos de datos de salida del *Balance Hídrico Mensual* (Monthly Water Balance) disponibles para descargar en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** incluyen:

CELDA (CELL)	El número de la cuenca de HUC8 del WBD (EE.UU.), identificador de la celda cuadriculada (Méx.) , o número identificador de cuenca (Ruanda) para el registro de datos. Números de HUC8 que comienzan con cero no incluyen el primer cero.
Año (YEAR)	El año del registro de datos.
MES (MONTH)	El mes del registro de datos, expresado como un número (por ejemplo, 1=Enero, 2=Febrero…12=Diciembre).
RAIN_MM	Precipitación mensual para el mes en mm.
SOLPSAT	Humedad del suelo expresada como una fracción de la saturación para el mes (sin unidades).
SNWPK_MM	Promedia del equivalente del agua de nieve en la superficie terrestre para el mes en mm.
PET_MM	Total de evapotranspiración potencial (PET) para el mes en mm, calculado utilizando la ecuación de PET de Hamon (Hamon, 1963).

PAET_MM	Total de PET para el mes en mm, calculado utilizando el índice de área foliar, precipitación, y PET de Hamon (Sun, 2011).
AET_MM	Total de evapotranspiración real (AET) para el mes en mm, llevando en cuenta la humedad del suelo.
AETPETR	Proporción de AET:PET, con PET calculado utilizando la ecuación de Hamon.
RO_MM	Total de escorrentía (producción de agua) para el mes en mm, es la suma de escorrentía superficial, inter-flujo, y flujo base.

Balance Hídrico Anual

La salida del balance hídrico anual calculado en WaSSI y que es disponible en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** se puede acceder seleccionando el enlace *Balance Hídrico Anual* (Annual Water Balance) hecho disponible después que una gráfica de balance hídrico se haya mostrado con la escala de tiempo mensual o anual seleccionada.

Campos incluidos en los archivos de datos de salida del *Balance Hídrico Anual* (Annual Water Balance) disponibles para descargar en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** incluyen:

CELDA (CELL)	El número de la cuenca de HUC8 del WBD (EE.UU.), identificador de la celda cuadriculada (Méx.), o número identificador de cuenca (Ruanda) para el registro de datos. Números de HUC8 que comienzan con cero no incluyen el primer cero.
Año (YEAR)	El año del registro de datos.
LLUVIA (RAIN)	Total de precipitación para el mes en mm.
SOLPSAT	Humedad del suelo media expresado como una fracción de la saturación del año (sin unidades).
PET	Total de evapotranspiración potencial (PET) para el año en mm, calculado utilizando la ecuación de PET de Hamon (Hamon, 1963).
AET	Total de evapotranspiración real (AET) para el año en mm, tomando en cuenta la humedad del suelo disponible y cobertura terrestre (Sun et al., 2011).
AETPETR	Proporción de AET:PET, con PET calculado utilizando la ecuación de Hamon.
ESCORRENTIA (RUNOFF)	Total de escorrentía (producción de agua) para el año en mm, es la suma de escorrentía superficial, inter-flujo, y flujo base.

RUN_P	Fracción de precipitación como escorrentía para el año
ET_P	Fracción de precipitación como evapotranspiración para el año.
RUNET_P	Fracción de precipitación como escorrentía y evapotranspiración para el año.
MAXSWE	Equivalente de agua de nieve máximo en la superficie terrestre para el año en mm.

Promedio del Balance Hídrico Anual

La salida del promedio del balance hídrico anual calculado en el modelo WaSSI y que es disponible en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** se puede acceder seleccionando el enlace *Promedio del Balance Hídrico de Anual* (Average Annual Water Balance) disponible después de que una gráfica del balance hídrico sea mostrada con la escala de tiempo seleccionada.

Campos incluidos en el archive de datos de salida del *Promedio delBalance Hídrico Anual* disponibles para descargar en el *Visualizador de Salidas* de **WaSSIweb** incluyen:

CELDA (CELL)	El número de la cuenca de HUC8 del WBD (EE.UU.), identificador de la celda cuadriculada (Méx.) o número identificador de cuenca (Ruanda) para el registro de datos. Números de HUC8 que comienzan con cero no incluyen el primer cero.
LLUVIA (RAIN)	Precipitación anual media para el HUC8/celda en mm.
TEMP	Temperatura anual media para el HUC8/celda en grados centígrados.
MAX_SWE	Promedio anual máximo del equivalente de agua de nieve en la superficie terrestre para el HUC8/celda en mm.
SOLPSAT	Promedio anual de humedad del suelo expresado como una fracción de la saturación para el HUC8/celda (sin unidades).
PET	Promedio anual de evapotranspiración potencial (PET) para el HUC8/celda en mm, calculado utilizando la ecuación de PET de Hamon (Hamon 1963).
AET	Promedio anual de evapotranspiración real (AET) para el HUC8/celda en mm, tomando en cuenta la disponibilidad de humedad del suelo y cobertura terrestre (Sun et al., 2011).
AETPETR	Proporción del AET:PET, con PET calculado utilizando la ecuación de Hamon.
ESCORRENTIA (RUNOFF)	Promedio anual de escorrentía (producción de agua) para el HUC8/celda en mm, es la suma de escorrentía superficial, inter-flujo, y flujo base.

RUN_P	Fracción del promedio anual de precipitación como escorrentía para el HUC8/celda.
ET_P	Fracción del promedio anual de precipitación como evapotranspiración para el HUC8/celda.
RUNET_P	Fracción del promedio anual de precipitación como escorrentía y evapotranspiración para el HUC8/celda.

Productividad del Ecosistema

Productividad del Ecosistema Mensual

La salida de la productividad del ecosistema mensual calculada en el modelo WaSSI y que es disponible en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** se pueden acceder seleccionando el enlace *Carbono Mensual* (Monthly Carbon) disponible después de que una gráfica de productividad del ecosistema sea mostrada con la escala de tiempo mensual o anual seleccionada.

Campos incluidos en los archivos de datos de salida del *Carbono Mensual* (Monthly Carbon) disponibles para descargar en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** incluyen:

CELDA (CELL)	El número de la cuenca de HUC8 del WBD (EE.UU.), identificador de la celda cuadriculada (Méx .) o número identificador de cuenca (Ruanda) para el registro de datos. Números de HUC8 que comienzan con cero no incluyen el primer cero.
AÑO (YEAR)	El año del registro de datos.
MES (MONTH)	El mes del registro de datos, expresado como un número (por ejemplo, 1=Enero, 2=Febrero…12=Diciembre).
GEP (gC_M2_MO)	Productividad bruta del ecosistema (GEP) para el mes en gramos de carbono por m^2 por mes.
RES	Respiración del ecosistema (RES) para el mes en gramos de carbono por m^2 por mes.
NEE	Intercambio neto del ecosistema (NEE) para el mes en gramos de carbono por m^2 por mes.

Productividad del Ecosistema Anual

La salida de la productividad del ecosistema anual calculada en el modelo WaSSI y que es disponible en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** se pueden acceder seleccionando el enlace *Carbono Anual* (Annual Carbon) disponible después de que una gráfica de productividad del ecosistema sea mostrada con la escala de tiempo mensual o anual seleccionada.

Campos incluidos en los archivos de datos de salida del *Carbono Anual* (Annual Carbon) disponibles para descargar en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** incluyen:

CELDA (CELL)	El número de la cuenca de HUC8 del WBD (EE.UU.), identificador de la celda cuadriculada (Méx.), o número identificador de cuenca (Ruanda) para el registro de datos. Números de HUC8 que comienzan con cero no incluyen el primer cero.
AÑO (YEAR)	El año del registro de datos.
GEP (gC_M2_YR)	Productividad bruta del ecosistema total (GEP) para el año en gramos del carbono por m^2 por año.
RES	Respiración del ecosistema (RES) para el año en gramos de carbono por m^2 por año.
NEE	Intercambio neto del ecosistema (NEE) para el año en gramos de carbono por m^2 por año.

Promedio Anual de la Productividad del Ecosistema

La salida del promedio anual de la productividad del ecosistema calculada en el modelo WaSSI y que es disponible en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** se puede acceder seleccionando el enlace *Promedio Anual de Carbono* (Average Annual Carbon) disponible después de que una gráfica de productividad del ecosistema sea mostrada con la escala de tiempo mensual o anual seleccionada.

Campos incluidos en los archivos de datos de salida del *Promedio Anual de Carbono* (Average Annual Carbon) disponibles para descargar en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** incluyen:

CELDA (CELL)	El número de la cuenca de HUC8 del WBD (EE.UU.), identificador de la celda cuadriculada (Méx.), o número identificador de cuenca (Ruanda) para el registro de datos. Números de HUC8 que comienzan con cero no incluyen el primer cero.
AÑOS (YRS)	El número de años sobre cual se calculó el promedio anual de la productividad del ecosistema.
GEP(gC_M2_YR)	Promedio anual de la productividad bruta del ecosistema para el HUC8/celda en gramos de carbono por m^2 por año.
RES	Promedio anual de respiración del ecosistema (RES) para el HUC8/celda en gramos de carbono por m^2 por año.
NEE	Promedio anual del intercambio neto del ecosistema (NEE) para el HUC8/celda en gramos de carbono por m^2 por año.

Suministro y Demanda de Agua (Sólo en los EE.UU.)

Suministro y Demanda de Agua Mensual

La salida del suministro y demandad de agua mensual calculada en el modelo WaSSI y que es disponible en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** se pueden acceder seleccionando el enlace *WaSSI Mensual* (Monthly WaSSI) disponible después de que una gráfica del suministro y demanda de agua sea mostrada con la escala de tiempo mensual o anual seleccionada.

Campos incluidos en los archivos de datos de salida del *WaSSI Mensual* (Monthly WaSSI) disponibles para descargar en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** incluyen:

CELDA (CELL)	El número de la cuenca de HUC8 del WBD (EE.UU.) para el registro de datos. Números de HUC8 que comienzan con cero no incluyen el primer cero.
AÑO (YEAR)	El año del registro de datos.
MES (MONTH)	El mes del registro de datos, expresado como un número (por ejemplo, 1=Enero, 2=Febrero…12=Diciembre).
SWS_MGD	El suministro total de agua superficial disponible para el uso en la salida del HUC8 para el mes en millones de galones por día.
GWS_MGD	El suministro total de aguas subterráneas disponibles para el uso en el HUC8 para el mes en millones de galones por día.
TOTSUP_MGD	El suministro total de agua disponible para el uso en el HUC8 para el mes in millones de galones por día. Esto es la suma del SWS_MGD y GWS_MGD.
GROSSDEM_MGD	El uso bruto total de uso de agua (superficial y subterránea) en el HUC8 para el mes en millones de galones por día, no tomando en cuenta los flujos de retorno.
NETDEM_MGD	El uso neto total de agua (superficial y subterránea) en el HUC8 para el mes en millones de galones por día, después de tomar en cuenta los flujos de retorno.
WASSI	El Índice de Estrés del Suministro de Agua (WaSSI) mensual para el HUC8 y el mes, calculado como el uso bruto de agua (GROSSDEM_MGD) dividido por el suministro total de agua (TOTSUP_MGD).
CONSUSE_Mm3_MO	El total del uso consuntivo de agua retirada del flujo de salida del HUC8 al siguiente HUC8 rio abajo en millones de m^3 por mes.
FLWOUT_Mm3_MO	El flujo de salida total del HUC8 al siguiente HUC8 rio abajo para el mes después de tomar en cuenta el uso consuntivo de agua en el HUC8 del registro de datos en millones de m^3 por mes.

DEMSTOR_Mm3_MO — El exceso de demanda total se asume provenir de un depósito de almacenamiento infinito si la demanda bruta de agua (GROSSDEM_MGD) para el HUC8 y el mes excede la disponibilidad del suministro de agua (TOTSUP_MGD) para el HUC8 y el mes en millones de m^3 por mes.

Suministro y Demanda de Agua Anual

La salida del suministro y demandad de agua anual calculada en el modelo WaSSI y que es disponible en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** se pueden acceder seleccionando el enlace *WaSSI Anual* (Annual WaSSI) disponible después de que una gráfica del suministro y demanda de agua sea mostrada con la escala de tiempo mensual o anual seleccionada.

Campos incluidos en los archivos de datos de salida del *WaSSI Anual* (Annual WaSSI) disponibles para descargar en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** incluyen:

CELDA (CELL) — El número de la cuenca de HUC8 del WBD (EE.UU.) para el registro de datos. Números de HUC8 que comienzan con cero no incluyen el primer cero.

AÑO (YEAR) — El año del registro de datos.

SWS_MGD — El suministro total de agua superficial disponible para el uso en la salida del HUC8 para el año en millones de galones por día.

GWS_MGD — El suministro total de aguas subterráneas disponibles para el uso en el HUC8 para el año en millones de galones por día. Esto es igual al total de retiros de aguas subterráneas del producto de datos del Uso de Agua estimado del USGS en los EE.UU. en el 2005 (Kenny et al., 2009) a menos que los retiros de agua subterránea se modificaron en la *Herramienta de Simulación* (Simulation Tool) de **WaSSIweb.**

TOTSUP_MGD — El suministro total de agua disponible para el uso en el HUC8 para el año in millones de galones por día. Esto es la suma del SWS_MGD y GWS_MGD.

GROSSDEM_MGD — El uso bruto total de uso de agua (superficial y subterránea) en el HUC8 para el año en millones de galones por día, no tomando en cuenta los flujos de retorno. Esto es igual al uso de agua total del producto de datos del Uso de Agua estimado del USGS en los EE.UU. en el 2005 (Kenny et al., 2009) a menos que el uso de agua se modificó en la *Herramienta de Simulación* (Simulation Tool) de **WaSSIweb.**

NETDEM_MGD — El uso neto total de agua (superficial y subterránea) en el HUC8 para el año en millones de galones por día, después de tomar en cuenta los flujos de retorno.

WASSI	El Índice de Estrés del Suministro de Agua (WaSSI) anual para el HUC8 y el año, calculado como el uso bruto de agua (GROSSDEM_MGD) dividido por el suministro total de agua (TOTSUP_MGD).
CONSUSE_Mm3_YR	El total del uso consuntivo de agua retirada del flujo de salida del HUC8 al siguiente HUC8 rio abajo para el año en millones de m^3 por año.
FLWOUT_Mm3_YR	El flujo de salida total del HUC8 al siguiente HUC8 rio abajo para el año después de tomar en cuenta el uso consuntivo de agua en el HUC8 del registro de datos en millones de m^3 por año.
DEMSTOR_Mm3_YR	El exceso de demanda total para el año se asume provenir de un depósito de almacenamiento infinito para el HUC8 para los meses en el año donde la demanda bruta de agua (GROSSDEM_MGD) excede la disponibilidad del suministro de agua (TOTSUP_MGD) en millones de m^3 por año.

Promedio Anual

La salida del promedio anual del suministro y demanda de agua calculada en el modelo WaSSI y que es disponible en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** se pueden acceder seleccionando el enlace *Promedio Anual WaSSI* (Average Annual WaSSI) disponible después de que una gráfica del suministro y demanda de agua sea mostrada con la escala de tiempo mensual o anual seleccionada.

Campos incluidos en los archivos de datos de salida del *Promedio Anual WaSSI* (Average Annual WaSSI) disponibles para descargar en el *Visualizador de Salidas* (Output Viewer) de **WaSSIweb** incluyen:

CELDA (CELL)	El número de la cuenca de HUC8 del WBD (EE.UU.) para el registro de datos. Números de HUC8 que comienzan con cero no incluyen el primer cero.
AÑOS (YRS)	El número de años sobre cual el promedio anual del suministro y demanda de agua fue calculado.
SWS_MGD	El promedio anual del suministro total de agua superficial disponible para el uso en la salida del HUC8 en millones de galones por día.
GWS_MGD	El promedio anual del suministro total de aguas subterráneas disponibles para el uso en el HUC8 en millones de galones por día. Esto es igual al total de retiros de aguas subterráneas del producto de datos del Uso de Agua estimado del USGS en los EE.UU. en el 2005 (Kenny et al., 2009) a menos que los retiros de agua subterránea se modificaron en la *Herramienta de Simulación* (Simulation Tool) de **WaSSIweb.**

TOTSUP_MGD	El promedio anual del suministro total de agua disponible para el uso en el HUC8 en millones de galones por día. Esto es la suma delSWS_MGD y GWS_MGD.
GROSSDEM_MGD	El promedio anual del uso bruto total de uso de agua (superficial y subterránea) en el HUC8 en millones de galones por día, no tomando en cuenta los flujos de retorno. Esto es igual al uso de agua total del producto de datos del Uso de Agua estimado del USGS en los EE.UU. en el 2005 (Kenny et al., 2009) a menos que el uso de agua se modificó en la *Herramienta de Simulación* (Simulation Tool) de **WaSSIweb.**
NETDEM_MGD	El promedio anual del uso neto total de agua (superficial y subterránea) en el HUC8 en millones de galones por día, después de tomar en cuenta los flujos de retorno.
WASSI	El promedio anual del Índice de Estrés del Suministro de Agua (WaSSI) anual para el HUC8, calculado como el uso bruto de agua (GROSSDEM_MGD) dividido por el suministro total de agua (TOTSUP_MGD).
CONSUSE_Mm3_YR	El promedio anual del total de uso consuntivo de agua retirada del flujo de salida del HUC8 al siguiente HUC8 rio abajo en millones de m^3 por año.
FLWOUT_Mm3_YR	El promedio anual del flujo de salida total del HUC8 al siguiente HUC8 rio abajo después de tomar en cuenta el uso consuntivo de agua en el HUC8 del registro de datos en millones de m^3 por año.
DEMSTOR_Mm3_YR	El promedio anual del exceso de demanda total se asume haber provenido de un depósito de almacenamiento infinito para el HUC8 para los meses donde la demanda bruta de agua (GROSSDEM_MGD) excede la disponibilidad del suministro de agua (TOTSUP_MGD) en millones de m^3 por año.

Referencias

Commission for Environmental Cooperation, 2010. 2005 Land Cover of North America at 250 meters.http://www.cec.org/naatlas/. (accessed July 2010).

Coulson, D.P., L.A. Joyce, D.T. Price, and D.W. McKenney, 2010a.Climate scenarios for the conterminous United States at the county spatial scale using SRES scenarios B2 and PRISM climatology. U.S. Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

Coulson, D.P., L.A. Joyce, D.T. Price, D.W. McKenney, S.R. Martin, P. Papadopol, and K. Lawrence, 2010b. Climate scenarios for the conterminous United States at the county spatial scale using SRES scenarios A1B and A2 and PRISM climatology. U.S. Forest Service, Rocky Mountain Research Station. http://www.treesearch.fs.fed.us/pubs/37119.

Daly, C., Neilson, R. P., and Phillips, D. L.: A statistical-topographic model for mapping climatological precipitation over mountainous terrain, J. Appl. Meteorol., 33, 140–158, doi:10.1175/1520-0450(1994)033<0140:ASTMFM>2.0.CO;2, 1994.

EOS-WEBSTER, 2009.NCAR Science & Research Data for IPCC AR4.http://eos-webster.sr.unh.edu/data_guides/ci_science_dg.jsp.

FAO/IIASA/ISRIC/ISS-CAS/JRC, 2012. Harmonized World Soil Database (version 1.2). FAO, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg, Austria.

Fry, J., Xian, G., Jin, S., Dewitz, J., Homer, C., Yang, L., Barnes, C., Herold, N., and Wickham, J., 2011. Completion of the 2006 National Land Cover Database for the Conterminous United States, PE&RS, Vol. 77(9):858-864.

Gesch, D., Evans, G., Mauck, J., Hutchinson, J., Carswell Jr., W.J., 2009, The National Map—Elevation: U.S. Geological Survey Fact Sheet 2009-3053, 4 p.

Hamon, W. R.: Computation of direct runoff amounts from storm rainfall, Int. Assoc. Sci. Hydrol. Pub., 63, 52–62, 1963.

Harris, I., Jones, P.D., Osborn, T.J., and Lister, D.H., Updated high-resolution grids of monthly climatic observations – the CRU TS3.10 dataset, International Journal of Climatology.DOI:10.1002/joc.3711, In Press.

IPCC, 2000.Emissions Scenarios.A Special Report of Working GroupIII of the Intergovernmental Panel on Climate Change. CambridgeUniversity Press, Cambridge.

Kenny, J. F., Barber, N. L., Hutson, S. S., Linsey, K. S., Lovelace, J. K., and Maupin, M. A.: Estimated use of water in the United States in 2005, U.S. Geological Survey Circular 1344, 52 p., 2009.

Koren, V., Smith, M., and Duan, Q.: Use of a priori parameter estimates in the derivation of spatially consistent parameter sets of rainfall-runoff models, in Calibration of Watershed Models Water Science and Applications, vol. 6, edited by Q. Duan, S. Sorooshian, H. Gupta, H. Rosseau, and H. Turcotte, pp. 239–254, AGU, Washington, D.C., 2003.

Koren, V., Moreda, F., Reed, S., Smith, M., and Zhang, Z.: Evaluation of a grid-based distributed hydrological model over a large area, paper presented at the 7th IAHS Scientific Assembly, Foz do Iguaçu, Brazil, 2005.

Meehl, G. A., Covey, C., Delworth, T., Latif, M., McAvaney, B., Mitchell, J. F. B., Stouffer, R. J., and Taylor, K. E., 2007. The WCRP CMIP3 multi-model dataset: A new era in climate change research,Bulletin of the American Meteorological Society, 88, 1383-1394.

Miller, D.A. and R.A. White, 1998: A Conterminous United States Multi-Layer Soil Characteristics Data Set for Regional Climate and Hydrology Modeling. *Earth Interactions,* **2.**

Solley, W.B., Pierce, R.R., and Perlman, H.A.: Estimated use of water in the United States in 1995, U.S. Geological Survey Circular 1200, 1998.

Sun G., Caldwell,P., Noormets,A., Cohen,E., McNulty,S., Treasure,E., Domec,J. C., Mu,Q., Xiao,J., John,R., and Chen, J., 2011, Upscaling key ecosystem functions across the conterminous United States by a water-centric ecosystem model, J. Geophys. Res., 116, G00J05.

UNAM, 2007.Cressman analysis of monthly precipitation, and maximum and minimum temperature for Mexico and surroundings based upon CLICOM daily station data, GHCN Version 2 monthly station data, and University of East Anglia Climate Research Unit (CRU) monthly gridded data as the "first guess" for the Cressman analysis, from the Centro de Ciencias de la Atmósfera. Universidad NacionalAutónoma de México (UNAM).

Watershed Boundary Dataset: http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/water/watersheds/dataset, last access: July 2010.

Zarnoch, S.J., H.K. Cordell, C.J. Betz, J. Carter, L. Langner, 2010. Projecting county-level populations under three future scenarios: a technical document supporting the Forest Service 2010 RPA Assessment.e-Gen. Tech. Rep. SRS-128. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture Forest Service, Southern Research Station. 8 p.

Zhao, M., F. A. Heinsch, R. R. Nemani, and S. W. Running. 2005. Improvements of the MODISterrestrial gross and net primary production global data set. Remote Sens. Environ. 95: 164-176.

Apéndice C: Publicaciones WaSSI

Caldwell, P.V., Sun, G., McNulty, S.G., Cohen, E.C., and Moore Myers, J.A., Modeling Impacts of Environmental Change on Ecosystem Services across the Conterminous United States, in Medley, C.N., Patterson, Glenn, and Parker, M.J. (eds) Observing, studying, and managing for change: Proceedings of the Fourth Interagency Conference on Research in the Watersheds: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2011:5169, 202 p., 2011.

Caldwell, P. V., Sun, G., McNulty, S. G., Cohen, E. C., and Moore Myers, J. A., Impacts of impervious cover, water withdrawals, and climate change on river flows in the Conterminous US, Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss. 9:4263-4304, 2012.

Lockaby, G., Nagy,C., Vose, J. M., Ford, C. R., Sun, G., McNulty, S., Caldwell, P., Cohen, E., and Moore Myers, J. A.: Water and Forests, in Wear D. N. and Greis J. G. (eds.) The Southern Forest Futures Project: Technical Report, USDA Forest Service, Southern Research Station, Asheville, NC., General Technical Report, 2011.

Marion, D. A., Sun, G., Caldwell, P. V., Ford, C. R., Ouyang, Y., Amatya, D. M., Clinton, B. D., Conrads, P. A., Gull-Laird, S., Dai, Z., Clingenpeel, J. A., Liu, Y., Roehl, E. A., Moore Meyers, J. A., and Trettin, C.: Managing forest water quantity and quality under climate change in the Southern US, in: Climate Change Adaptation and Mitigation Management Options, edited by: Vose, J., Island Press, Washington, DC, in press, 2012.

Sun, G., S. G. McNulty, J. A. Moore Myers, and E. C. Cohen (2008), Impacts of multiple stresses on water demand and supply across the southeastern United States, J. Am. Water Resour. Assoc., 44, 1441–1457, doi:10.1111/j.1752-1688.2008.00250.x.

Sun G., Alstad,K., Chen,J., Chen,S., Ford,C. R., Lin,G., Lu,N., McNulty,S. G., Noormets,A., Vose,J. M., Wilske,B., Zeppel,M., Zhang,Y., and Zhang, Z.: A general predictive model for estimating monthly ecosystem evapotranspiration, Ecohydrol., 4, 245–255, 2011.

Sun, G., Caldwell,P., Noormets,A., Cohen,E., McNulty,S., Treasure,E., Domec,J. C., Mu,Q., Xiao,J., John,R., and Chen, J.:Upscaling key ecosystem functions across the conterminous United States by a water-centric ecosystem model, J. Geophys. Res., 116, G00J05, 2011.

Sun, G., P. Caldwell, Aris P. Georgakakos, SankarArumugam, James Cruise, Richard T. McNider, Adam Terando, Paul A. Conrads, John Feldt, VasuMisra, Luigi Romolo, Todd C. Rasmussen, Steven G. McNulty, and Daniel A. Marion. 2012. Chapter 10. Impacts of Climate Change and Variability on Water Resources in the Southeastern US.Southeastern Regional Technical Report to the National Climate Change Assessment.Island Press.(In Press).